

DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

EDI NURSUHANTO

NRP. 2294 100 162

PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	13-7-2000
Tujuan	H
No. Agenda Pp	21-963



RSE
621.384 II
Nur
d-1
1999

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999



DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada**

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



Ir. HANG SUHARTO, M.Sc.

NIP. 130 520 753

**S U R A B A Y A
Februari, 1999**

ABSTRAK

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan komunikasi yang berkecepatan tinggi dan berbandwidth lebar, hal ini mendorong untuk ditelitinya karakteristik propagasi pada daerah frekuensi Ka-band. Untuk mengetahui karakteristik propagasi sinyal pada frekuensi Ka-band di suatu tempat, maka perlu diadakan penelitian dengan mengadakan pengukuran propagasi sinyal pada frekuensi tersebut dengan suatu metode yang dinamakan sistem data akuisisi.

Sistem data akuisisi adalah sebuah sistem yang bertujuan untuk mengambil data real-time, mengolahnya dan mensimulasikan hasilnya ke harga yang diinginkan. Penentuan sistem data akuisisi yang tepat sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: kalibrasi peralatan, pengkondisian sinyal, pengfilteran sinyal serta penentuan frekuensi sampel yang tepat. Dari sistem data akuisisi untuk pengukuran propagasi Ka-band ditentukan bahwa frekuensi sampel yang dipakai adalah sebesar 1 Hz.

Dari data yang didapat pada pengukuran propagasi di Surabaya maka dengan menampilkan rawdata hasil pengukuran, didapat bahwa besarnya redaman total pada propagasi satelit frekuensi 11.198 GHz mencapai 30 dB dan besarnya redaman total pada propagasi terrestrial frekuensi 28 GHz mencapai 130 dB dengan scintillasi berkisar dari 1 hingga 2 dB, dari nilai redaman tersebut didapat besarnya persentase waktu dari harga redaman.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan akademis untuk memperoleh gelar SARJANA TEKNIK ELEKTRO pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi - Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknologi Industri - Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Februari 1999

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, akhirnya selesai jugalah Tugas Akhir ini. Dengan segenap kesungguhan dan keikhlasan hati, penulis mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan, bantuan, dan dukungan sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Hang Suharto, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. M. Aries Purnomo, selaku Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi.
3. Bapak Ir. Teguh Yuwono, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Dr. Ir. Moch. Salehudin, M.Eng.Sc, selaku Kepala Laboratorium Telekomunikasi, B-301.
5. Bapak Ir. Arief Mustofa, selaku Dosen Wali pada tahap persiapan, Madya dan tahap Sarjana.
6. Bapak dan Ibu serta kakak dan adik-adikku tersayang yang selalu memberikan dorongan moril sehingga bisa terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Semua keluarga besar di Tegal, yang selalu memberikan dorongan moril.
8. Pak Hendry, Pak Bagus, terima kasih atas semua bantuannya.
9. Teman-teman Elektro seangkatan E-34 dan para mahasiswa telekomunikasi seperti Imron, Aviev, Sholeh dan semuanya, terima kasih atas dukungannya.

10. Special untuk teman-teman sepeghuni di jalan Mleto 15 seperti lram, Wawan, Heru, Nasir dan Dhani, Terima kasih atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
11. Tak terlupakan terima kasih pula pada teman-teman terbaik, penghuni kontrakkan di keputih II/22 C seperti lma, Ana, Yuni, Rina, Wasis, Ulfa dan Hilda atas bantuan dan dukungannya sehingga Tugas Akhir ini dapat dengan cepat terselesaikan
12. Special thanks for Mr. Mardy Wilkins (Jet Propulsion Laboratory, California Institut of Technology Pasadena, California), Mr.Yosio Karasawa (KDD, R&D Laboratories Kamifukuoka Japan), Mr. Mohammed Slim Alouini (Dept. Electrical and Computer Engineering University of Minnesota, Minneapolis USA), Mr. Louis J. Ippolito and Mr. Ratsburg ,
13. Pak Sapari, dan para karyawan serta seluruh rekan-rekan mahasiswa yang tidak mungkin disebutkan satu per satu, yang telah banyak membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini.

Akhirnya dengan kesungguhan hati penulis berharap agar Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya, serta membalas segala budi baik yang telah diberikan.

Surabaya, Februari 1999

DAFTAR ISI

JUDUL	I
LEMBAR PENGESAHAN	II
ABSTRAK	III
KATA PENGANTAR	IV
UCAPAN TERIMA KASIH	V
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL	XII
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. PERMASALAHAN	2
1.3. PEMBATAAN MASALAH.....	2
1.4. TUJUAN	3
1.5. METODOLOGI.....	3
1.6. SISTEMATIKA PEMBAHASAN.....	4
1.7. RELEVANSI.....	5
 BAB II KARAKTERISTIK PROPAGASI PADA FREKUENSI	
KA-BAND	6
2.1. KARAKTERISTIK UMUM	6
2.2. KEUNTUNGAN PENGOPERASIAN FREKUENSI	
KA-BAND	7

2.2.1	PENAMBAHAN BANDWIDTH DAN KAPASITAS	
	PENANGANAN DATA	7
2.2.2	PENGURANGAN UKURAN KOMPONEN	8
2.2.3	FOOTPRINT SATELIT YANG LEBIH KECIL	8
2.3.	FAKTOR-FAKTOR REDAMAN ATMOSFER.....	9
2.3.1.	REDAMAN GAS.....	9
2.3.2.	REDAMAN HUJAN	12
2.3.3.	REDAMAN AWAN	14
2.3.4.	DEPOLARISASI	16
2.3.5.	REDAMAN AKIBAT SCINTILLASI	20
2.3.6.	REDAMAN AKIBAT LAPISAN MELTING.....	21
2.4.	PENGARUH BIDANG LINTASAN.....	22
2.5.	NOISE TEMPERATUR.....	22
2.5.1.	PENGARUH GAS TERHADAP NOISE	
	TEMPERATUR ANTENA.....	23
2.5.2.	PENGARUH HUJAN PADA TEMPERATUR	
	NOISE ANTENA	24

BAB III	DASAR-DASAR DATA AKUISISI DAN PENGUKURAN	
	PROPAGASI KA-BAND	25
3.1.	UMUM.....	25
3.2.	TAHAPAN-TAHAPAN SISTEM DATA AKUISISI	26
3.2.1.	PENGUMPULAN DATA	27
3.2.2.	PEREKAMAN DATA	28
3.2.3.	PENYIAPAN DATA	29

3.2.4. KUALIFIKASI DATA	34
3.2.5. ANALISA DATA	37
3.3. LINGKUNGAN DAN KOMPLEKSITAS PERALATAN.....	43
3.3.1. FAKTOR-FAKTOR PERENCANAAN SISTEM	
DATA AKUISISI.....	44
3.3.2. TRANSDUCER	46
3.3.3. FILTER	46
3.3.4. SAMPLE AND HOLD	47
3.3.5. ANALOG TO DIGITAL CONVERTER	49
3.3.6. MIKROPROSESSOR DAN KOMPUTER	51
3.4. PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND	54
3.4.1. KOMPONEN PENGUKUR PROPAGASI	54
3.4.2. PARAMETER-PARAMETER HASIL	
PENGUKURAN PROPAGASI.....	62
3.5. ANALISA STATISTIK.....	72
BAB IV SISTEM DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI KA-	
BAND DAN ANALISA HASIL PENGUKURAN.....	74
4.1. SISTEM DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI	
KA-BAND	75
4.1.1. PERANGKAT KERAS (HARDWARE)	75
4.1.2. PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)	81
4.1.3. SISTEM DATA AKUISISI UNTUK	
PENGUKURAN INTENSITAS HUJAN.....	82
4.2. ANALISA HASIL PENGUKURAN	83

4.2.1. ANALISA DATA HASIL PENGUKURAN	
LINTASAN SATELIT	84
4.2.2. ANALISA DATA HASIL PENGUKURAN	
PROPAGASI TERRESTRIAL	92
BAB V PENUTUP	99
5.1. KESIMPULAN	99
5.2. SARAN	99
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	
USULAN TUGAS AKHIR	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1	REDAMAN SPESIFIK UNTUK OKSIGEN DAN UAP AIR FUNGSI FREKUENSI.....	11
GAMBAR 2.2	REDAMAN KARENA GAS DAN HUJAN	13
GAMBAR 3.1	BLOK DIAGRAM DATA AKUISISI DAN PEMROSESAN.....	26
GAMBAR 3.2	PROSES DASAR DARI DATA AKUISISI	27
GAMBAR 3.3	PROSES PENGUMPULAN DATA PADA DATA AKUISISI.....	28
GAMBAR 3.4	PROSES PEREKAMAN DATA PADA DATA AKUISISI.....	29
GAMBAR 3.5	PROSES PENYIAPAN DATA PADA DATA AKUISISI.....	30
GAMBAR 3.6	PROSES KUALIFIKASI DATA PADA DATA AKUISISI.....	35
GAMBAR 3.7	PROSES ANALISA DATA PADA DATA AKUISISI.....	37
GAMBAR 3.8	SASARAN PENGUKURAN PROPAGASI PADA SATELIT	53
GAMBAR 3.9	DIAGRAM PENERIMA BEACON KA-BAND	54
GAMBAR 3.10	KONFIGURASI PENERIMA BEACON.....	55
GAMBAR 3.11	DIAGRAM DICKE RADIOMETER.....	59
GAMBAR 3.12	PENGARUH KONDISI LINGKUNGAN PADA TEMPERATUR ANTENA	64
GAMBAR 3.13	HUBUNGAN VEKTOR COPOLAR DAN CROSSPOLAR.....	70
GAMBAR 4.1	BLOK DIAGRAM SISTEM AKUISISI DATA UNTUK PENGUKURAN PROPAGASI	76
GAMBAR 4.2	GAMBAR TAHAPAN DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI	79

GAMBAR 4.3	SKEMA SINC FILTER UNTUK SAMPEL 1 HZ.....	81
GAMBAR 4.4	DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN INTENSITAS HUJAN.....	82
GAMBAR 4.5	REDAMAN CO-POLAR PROPAGASI SATELIT FREKUENSI 11,198 GHz.....	85
GAMBAR 4.6	SKY NOISE TEMPERATUR PADA FREKUENSI 11,198 GHz..	86
GAMBAR 4.7	REDAMAN RADIOMETER PADA FREKUENSI 11,198 GHz....	87
GAMBAR 4.8	HUBUNGAN SKY TEMPERATUR DENGAN REDAMAN RADIOMETER	87
GAMBAR 4.9	REDAMAN HUJAN DAN AWAN PADA FREKUENSI 11,198 GHz	88
GAMBAR 4.10	DISTRIBUSI KUMULATIF REDAMAN HUJAN DAN AWAN.....	89
GAMBAR 4.11	INTENSITAS HUJAN.....	90
GAMBAR 4.12	DISTRIBUSI KUMULATIF INTENSITAS HUJAN	91
GAMBAR 4.13	MODEL PREDIKSI REDAMAN HUJAN DAH FREKUENSI 11,198 GHz	92
GAMBAR 4.14	REDAMAN TOTAL LOS A PADA FREKUENSI 28 GHz	94
GAMBAR 4.15	REDAMAN TOTAL LOS B PADA FREKUENSI 28 GHz	94
GAMBAR 4.16	REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS A PADA FREKUENSI 28 GHz	95
GAMBAR 4.17	DISTRIBUSI KUMULATIF REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS A PADA FREKUENSI 28 GHz.....	96
GAMBAR 4.18	REDAMANHUJAN DAN AWAN LOS B PADA FREKUENSI 28 GHz	96

GAMBAR 4.19	DISTRIBUSI KUMULATIF REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS	
	B PADA FREKUENSI 28 GHz	97
GAMBAR 4.20	DEVIASI FREKUENSI PADA FREKUENSI 28 GHz	98



DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1	BESARNYA REDAMAN GAS SEBAGAI FUNGSI KETINGGIAN STASIUN BUMI.....	11
TABEL 2.2	PARAMETER TIPE AWAN UNTUK MODEL REDAMAN AWAN.....	16
TABEL 2.3	HUBUNGAN PERSENTASE WAKTU DENGAN STANDARD DEVIASI	18
TABEL 3.1	CONTOH KARAKTERISTIK TERMINAL PENGUKUR PROPAGASI KA-BAND.....	60
TABEL 4.1	PENGALAMATAN ADC TIPE DAS8.....	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan layanan komunikasi yang menuntut layanan dengan kualitas yang tinggi dan sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi telekomunikasi, mengharuskan kita untuk lebih memperbaiki kualitas komunikasi antara lain dengan mengadakan penganeekaragaman jenis layanan informasi dengan kecepatan yang tinggi, kapasitas yang besar dan tarif yang murah. Berbagai penelitian yang sedang dilakukan didasarkan pada kenyataan bahwa masalah umum yang terus dicari penyelesaiannya adalah penyediaan kanal komunikasi yang dapat menyalurkan informasi dengan kapasitas yang besar, kecepatan tinggi, serta bandwidth yang lebar. Hal di atas ditandai dengan peningkatan kepadatan pemakaian frekuensi di bawah Ku-band (14/12 GHz), sehingga penelitian baru yang mengarah pada penggunaan pita frekuensi yang lebih tinggi lagi sekarang ini telah giat dilaksanakan. Pita frekuensi Ka-band (30/20 GHz) pada sistem komunikasi satelit dan terrestrial merupakan salah satu solusi untuk mengatasi kepadatan spektrum pada frekuensi L-band, C-band dan Ku-band. Disamping berbagai keunggulan yang dijanjikan dengan penerapan frekuensi Ka-band, dalam pengoperasiannya frekuensi Ka-band banyak mengalami gangguan dalam hal propagasi gelombang radio di atmosfer. Seperti yang umumnya dijumpai dalam fenomena propagasi gelombang radio untuk frekuensi di atas 10 GHz, pengaruh propagasi sinyal pada Ka-band terutama akibat redaman daya sinyal karena butiran air hujan yang sangat besar. Oleh karena itu sebelum frekuensi Ka-band dipergunakan untuk keperluan komersial, efek propagasi pada frekuensi Ka-band perlu dipelajari. Pengukuran propagasi gelombang radio pada daerah frekuensi Ka-band di lapangan

memerlukan suatu metode yang dapat dengan cepat dan tepat mengetahui karakteristik propagasi dari sinyal yang dipancarkan. Data yang diperoleh pada pengukuran propagasi Ka-band di lapangan perlu dilakukan analisa secepat mungkin sehingga karakteristik dari propagasi Ka-band yang sesungguhnya dapat dengan cepat diketahui, dimana data tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan pada desain sistem komunikasi yang direncanakan.

1.2 PERMASALAHAN

Karakteristik propagasi gelombang radio pada daerah frekuensi Ka-band memiliki redaman yang semakin besar sebanding dengan semakin tingginya frekuensi. Dengan semakin besarnya redaman, hal ini akan mempengaruhi level sinyal yang diterima sehingga pada pengukuran propagasi di lapangan perlu suatu metode yang mampu dengan cepat dan tepat dalam mengadakan pengukuran, pengumpulan data, menganalisa dan memprediksikan sinyal yang terukur yang mempunyai karakteristik yang bersifat acak, dari karakteristik sinyal yang terukur ini perlu dianalisa sehingga dapat diketahui besarnya redaman, noise dan level sinyal.

1.3 PEMBATAAN MASALAH

Pada tugas akhir ini batasan masalah yang akan dianalisa adalah pada karakteristik frekuensi Ka-band, konsep data akuisisi untuk pengolahan sinyal hasil pengukuran propagasi Ka-band dan pembuatan perangkat lunak untuk menganalisa hasil pengukuran propagasi serta mencari availability dari hasil pengukuran. Karakteristik kanal Ka-band dipelajari untuk menentukan distribusi dasar dari lintasan propagasi yang dipakai sebagai pertimbangan dalam menganalisa data hasil pengukuran.

1.4 TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mempelajari sistim data akuisisi untuk pengukuran propagasi Ka-band dan membuat perangkat lunak yang mampu menganalisa dan mengolah hasil pengukuran propagasi Ka-band yang ada di lapangan, sehingga karakteristik propagasi yang sesungguhnya dapat diketahui. Pada akhirnya hasil analisa ini digunakan untuk perencanaan sistem komunikasi pada frekuensi Ka-band.

1.5 METODOLOGI

Metodologi yang dipakai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

Studi literatur yang meliputi mempelajari karakteristik propagasi pada frekuensi Ka-band dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, mempelajari metoda pengukuran lintasan propagasi, peralatan yang dipakai pada pengukuran propagasi dan sistem data akuisisi khususnya untuk pengolahan sinyal pada frekuensi Ka-band serta mempelajari distribusi sinyal padai lintasan propagasi untuk frekuensi Ka-band, dari berbagai sumber seperti buku literatur, Rekomendasi ITU-R, Proceeding IEEE, dan jurnal-jurnal ilmiah.

Pengumpulan data yaitu mengumpulkan data hasil-hasil pengukuran propagasi pada frekuensi Ka-band serta merencanakan pembuatan perangkat lunak untuk menganalisa data yang didapat dari pengukuran propagasi.

Pembuatan perangkat lunak yaitu membuat perangkat lunak yang mampu menganalisa dan mengolah hasil pengukuran propagasi frekuensi Ka-band di berbagai tempat.

1.6 SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

berisi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan metodologi, sistematika pembahasan dan relevansi.

BAB II KARAKTERISTIK PROPAGASI PADA FREKUENSI KA-BAND

berisi karakteristik frekuensi Ka-band, alokasi frekuensi, faktor yang mempengaruhi propagasi : dasar teori tentang redaman hujan, redaman gas, redaman awan, redaman scintilasi, lapisan melting (melting layer), depolarisasi dan noise temperatur, pengaruh bidang lintasan dan parameter propagasi pada frekuensi Ka-band.

BAB III DASAR-DASAR DATA AKUISISI DAN PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND

berisi teori tentang teori data akuisisi secara umum, tahapan-tahapan proses data akuisisi, komponen pengukur propagasi, parameter-parameter hasil pengukuran propagasi, metode penghitungan nilai redaman dan metode analisa statistik hasil pengukuran propagasi.

BAB IV SISTEM DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND DAN ANALISA HASIL PENGUKURAN

berisi sistem data akuisisi pada pengukuran propagasi ka-band, komponen pengukuran propagasi Ka-band, langkah-langkah sistem akuisisi data pada pengukuran propagasi Ka band dan analisa hasil pengukuran propagasi dengan menggunakan perangkat lunak yang dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

berisi kesimpulan dari tugas akhir serta saran.

1.7 RELEVANSI

Dari Tugas Akhir ini diharapkan dapat dihasilkan perangkat lunak yang mampu mengolah dan menganalisa hasil pengukuran propagasi untuk sistem komunikasi satelit dan terrestrial yang diukur di berbagai tempat serta dapat diaplikasikan untuk perencanaan sistem komunikasi pada frekuensi Ka-band di Indonesia.

BAB II

KARAKTERISTIK PROPAGASI PADA FREKUENSI KA-BAND

2.1. KARAKTERISTIK UMUM

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan jasa layanan komunikasi baik dari segi kecepatan layanan maupun kapasitas layanan yang besar, mendorong diadakannya sejumlah penelitian untuk menyediakan alokasi frekuensi yang dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Hal ini didukung pula dengan semakin padatnya pemakaian pita frekuensi C-band dan Ku-band sehingga mendorong untuk diterapkannya pemakaian layanan pada pita frekuensi Ka-band yang mempunyai alokasi frekuensi 30/20 GHz untuk sistem komunikasi satelit.¹ Pada kenyataannya lintasan propagasi pada frekuensi Ka-band sangat rentan terhadap pengaruh keadaan atmosfer dibandingkan pada pita frekuensi yang lebih rendah. Pencegahan terhadap pengaruh pelemahan ini sangat sulit dilakukan pada frekuensi tinggi sehingga hal ini membutuhkan pemahaman yang baik tentang fenomena dan pengaruhnya pada performansi dan ketersediaan sistem.

Pengaruh keadaan atmosfer pada propagasi untuk frekuensi Ka-band perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sistem komunikasi. Faktor utama dari propagasi yang berpengaruh pada sistem komunikasi khususnya untuk sistem komunikasi satelit pada frekuensi Ka-band adalah redaman gas, redaman yang disebabkan hydrometeor (hujan, awan, melting layer dll), depolarisasi yang juga utamanya disebabkan oleh hydrometeor, meningkatnya noise dan kecepatan perubahan level sinyal (*scintillation*) yang dikarenakan oleh perubahan indeks refraksi dalam lapisan troposfer. Pelemahan

¹ Yoshio Karasawa, Yasuyuki Maekawa, *Ka-band Earth-Space Propagation Research in Japan*, Proceeding of IEEE, Vol.85, NO.6, Juni 1997, hal.821.

propagasi ini terjadi sepanjang lintasan propagasi dari sinyal, hal ini dapat menyebabkan turunnya kualitas dari transmisi analog dan naiknya bit error rate dari transmisi digital sehingga akan mempengaruhi kualitas layanan komunikasi yang diberikan.

Karena pengaruh propagasi pada frekuensi Ka-band mempunyai dampak yang hebat pada performansi sistem maka perlu adanya teknik yang sesuai yang dapat dikembangkan untuk memperbaiki ketersediaan hubungan pada terminal kecil maupun terminal besar, yang dapat berupa *site diversity*, pengontrolan daya pancar, macam-macam bentuk FEC (*forward error correction*) dan pengembangan teknik akses TDMA (Time Division Multiple Access).

2.2. KEUNTUNGAN PENGOPERASIAN FREKUENSI KA-BAND

Pengoperasian sistem komunikasi pada frekuensi Ka-band mampu memberikan beberapa keuntungan dibandingkan dengan band frekuensi yang lebih rendah, diantaranya :

2.2.1. PENAMBAHAN BANDWIDTH DAN KAPASITAS PENANGANAN DATA

Pengoperasian frekuensi Ka-band mampu memberikan tambahan bandwidth frekuensi dan kapasitas penanganan data pada sistem komunikasi terrestrial dan satelit. Frekuensi Ka-band mampu memberikan bandwidth informasi sebesar 2000-3000 MHz dibanding dengan Ku-band sebesar 1200-1400 MHz dan C-band sebesar 400-600 MHz.² Pengiriman gambar dan data dengan kecepatan tinggi dapat menggunakan spektrum frekuensi pada Ka-band. HDTV dan multimedia memerlukan bandwidth yang lebih lebar dibandingkan dengan pelayanan gambar yang sudah ada,

² D V Rogers, L.J.Ippolito, F.Davarian, *System Requirements for Ka-band Earth-Satellit Propagation Data*, Proceeding of IEEE, Vol.85, NO.6, Juni 1997, hal.812.

sehingga pemakaian spektrum yang dialokasikan untuk komunikasi satelit di Ka-band adalah langkah selanjutnya pada evolusi dari pelayanan telekomunikasi satelit.

2.2.2. PENGURANGAN UKURAN KOMPONEN

Panjang gelombang Ka-band yang lebih pendek jika di bandingkan dengan band frekuensi yang lebih rendah mampu memberikan ukuran antena yang lebih kecil, struktur filter dan waveguide yang kecil, yang mampu mempunyai performansi yang sebanding dengan C-band dan Ku-band yang memiliki ukuran yang lebih besar. Ukuran antena Ka-band yang lebih kecil mampu mempunyai gain yang sebanding dengan antena C-band dan Ku-band dengan ukuran antena yang lebih besar, hal ini dikarenakan kenaikan gain antena sebanding dengan kenaikan frekuensi ($20 \log f$), akan tetapi kenaikan frekuensi juga menyebabkan kenaikan rugi-rugi ruang bebas, sehingga perlu dicari ukuran antena yang optimal agar didapat performansi sistem antena yang tepat jika diterapkan pada frekuensi Ka-band.

2.2.3. FOOTPRINT SATELIT YANG LEBIH KECIL

Ukuran komponen yang kecil pada Ka-band juga mengijinkan perlengkapan antena dengan penguatan yang tinggi dengan ukuran antena reflektor yang tepat yang disebabkan oleh naiknya harga EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) dan penurunan dimensi dari beamwidth antena satelit (footprint) pada permukaan bumi. Pada komunikasi satelit, sistem Ka-band dapat menggunakan bentuk multibeam sehingga hal ini dapat digunakan untuk pemakaian frekuensi reuse secara ekstensif, karena itu sistem ini menawarkan pemanfaatan spektrum radio yang lebih efisien. Spot beam dari sistem seperti ini dapat memakai bentuk yang kecil untuk daerah yang luas. Sebagai catatan EIRP yang tinggi akan dapat menyeimbangkan beberapa kondisi yang merugikan yang disebabkan karena penambahan efek propagasi pada Ka-band dibandingkan dengan frekuensi yang ada di bawahnya.

2.3. FAKTOR-FAKTOR REDAMAN ATMOSFER

Pada propagasi gelombang elektromagnetik pada frekuensi Ka-band, propagasi sinyal di atmosfer akan mengalami redaman-redaman yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya :

1. Redaman Gas
2. Redaman Hujan
3. Redaman awan
4. Depolarisasi
5. Redaman akibat Scintilasi
6. Redaman akibat lapisan melting

Dalam hal transmisi komunikasi, kuantitas link yang terpenting adalah level sinyal yang diterima, ketersediaan link, dan ketahanan terhadap interferensi. Pelemahan sinyal yang dikarenakan oleh redaman yang diakibatkan absorpsi gas dan hujan, redaman awan, rintangan karena *obstacle* dan *shadowing* (utamanya pada lintasan satelit bergerak) dan pembiasan yang menyebabkan perubahan energi pada antena merupakan penyebab utama turunnya level sinyal yang diterima.

2.3.1. REDAMAN GAS

Peredaman sinyal yang dihasilkan dari interaksi gelombang elektromagnetik dengan gas-gas atmosfer, khususnya uap air dan oksigen dapat mempengaruhi link komunikasi khususnya link satelit yang dioperasikan diatas frekuensi 20 GHz. Pada frekuensi yang tetap , redaman gas tergantung pada konsentrasi uap air dan sudut elevasi satelit. Pada perhitungan karakteristik propagasi pengaruh gas yang dapat diukur adalah pengaruh dari oksigen (O_2) dan uap air (H_2O), sedangkan redaman gas yang lain seperti nitrogen, dan unsur-unsur lain pengaruhnya sangat kecil, sehingga dapat diabaikan. Redaman yang dihasilkan oleh oksigen (O_2) dan uap air (H_2O) dalam

atmosfir diberikan dalam bentuk redaman spesifik tiap komponen, dalam satuan dB/km, bergantung pada frekuensi, sudut elevasi, ketinggian terminal, dan kepadatan uap air (kelembaban absolut). Untuk frekuensi di bawah 10 GHz pengaruhnya dapat diabaikan. Redaman ini mulai diperhitungkan pada kenaikan frekuensi di atas 10 GHz terutama pada sudut elevasi rendah. Redaman rata-rata dari gas pada lintasan propagasi satelit untuk frekuensi 10 sampai 100 GHz telah dapat dicari melalui pemodelan dan pengukuran. Penyerapan gas untuk frekuensi diatas 20 GHz mempunyai pengaruh yang sangat penting pada perencanaan sistem komunikasi satelit dimana faktor ini tergantung pada frekuensi tertentu yang dioperasikan. Untuk range frekuensi 10 sampai 100 GHz, penyerapan uap air mempunyai pengaruh yang sangat besar pada frekuensi 22.235 GHz, sedangkan frekuensi 53.5 sampai 65.2 GHz untuk penyerapan oksigen, yang memberikan pengaruh pada besarnya redaman gas. Pada frekuensi 118.8 GHz akan memberikan pengaruh pada penyerapan oksigen dan frekuensi 183 GHz untuk uap air, hal ini didukung pula dengan adanya pengaruh ketinggian stasiun bumi pada total redaman yang dikarenakan penyerapan gas.³ Pada daerah frekuensi di atas 10 hingga 350 GHz redaman gas memiliki efek yang nyata pada desain sistem komunikasi. Pada frekuensi 22.235 GHz, 183.3 GHz dan 325 GHz uap air memiliki redaman spesifik yang sangat besar, sedangkan untuk oksigen redaman spesifik terbesar pada rentang frekuensi 53.5 hingga 65.2 GHz. Besarnya redaman yang dikarenakan ketinggian stasiun bumi diberikan pada tabel dan gambar dibawah yang menunjukkan redaman spesifik uap air (H_2O) dan oksigen (O_2) sebagai fungsi frekuensi.

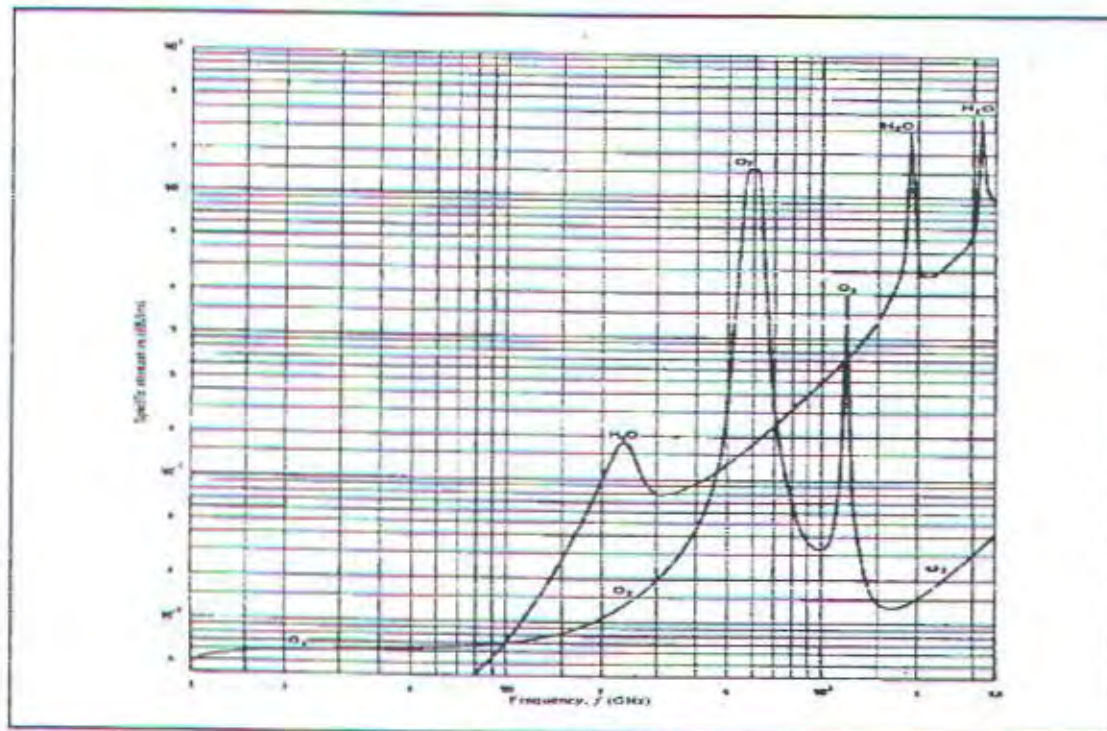
³ L.J.Ippolito, *Propagation Effect Handbook for Satellite System Design*, Nasa Reference Publication 1082(04), 1989, hal. 6-7.



TABEL 2.1⁴
BESARNYA REDAMAN GAS SEBAGAI FUNGSI KETINGGIAN
STASIUN BUMI

Frekuensi (GHz)	Ketinggian				
	0 Km	0,5 Km	1,0 Km	2,0 Km	4,0 Km
10	0,053	0,047	0,042	0,033	0,02
15	0,84	0,071	0,061	0,014	0,023
20	0,28	0,23	0,18	0,12	0,05
30	0,24	0,19	0,16	0,10	0,045
40	0,37	0,33	0,25	0,22	0,135
80	1,30	1,08	0,90	0,62	0,30
90	1,25	1,01	0,81	0,52	0,22
100	1,01	1,24	0,92	0,59	0,025

Besarnya redaman yang dikarenakan ketinggian stasiun bumi diberikan pada tabel 2.1, sedangkan gambar 2.1 menunjukkan redaman spesifik uap air (H_2O) dan oksigen (O_2) sebagai fungsi frekuensi.



GAMBAR 2.1⁵
REDAMAN SPESIFIK UNTUK OKSIGEN DAN UAP AIR FUNGSI FREKUENSI

⁴ Ibid., hal. 6-6.

⁵ Recommendation CCIR 719-3 hal.194

2.3.2. REDAMAN HUJAN

Redaman akibat hujan dan kabut merupakan penyebab yang dominan dari redaman sinyal. Hujan dan kabut mengakibatkan penghamburan gelombang radio yang menyebabkan redaman. Derajat redaman hujan merupakan fungsi frekuensi, curah hujan dan distribusi daerah hujan sepanjang lintasan. Hujan akan menyebabkan energi gelombang mikro mengalami penghamburan (*scatter*) dan penyerapan (*absorb*) sepanjang lintasan komunikasi. Berdasarkan kriteria penghamburan Rayleigh (ukuran dari penghambur (*scatterer*) lebih kecil daripada panjang gelombang) dan kenyataan bahwa median dari diameter butiran hujan berkisar 1,5 mm maka teori penghamburan Rayleigh dapat dipakai untuk frekuensi (panjang gelombang) dari 10 GHz (3 cm) hingga 100 GHz (3 mm), akan tetapi penghamburan Rayleigh juga memerlukan persyaratan bahwa komponen imajiner dari indeks refaraksi harus kecil, akan tetapi nilai ini tidak dimiliki oleh butiran air (Kerker 1969). Karena pengaruh ini dan distribusi diameter butiran hujan yang besar maka teori penghamburan Rayleigh hanya dapat dipakai sampai frekuensi 3 GHz (Rogers 1978). Untuk pemakaian diatas frekuensi 3 GHz maka penghamburan Mie dapat dipakai dan teknik ini merupakan teknik utama yang dipakai untuk menghitung redaman hujan spesifik (redaman per unit panjang, dB/km) sehingga teknik penghamburan Mie lebih tepat dibandingkan dengan teknik penghamburan Rayleigh.

Dua model redaman hujan yang paling sering dipakai dalam perencanaan sistem komunikasi khususnya komunikasi satelit adalah model redaman sederhana dan metode ITU-R. Menurut kedua model ini rugi-rugi hujan L_r dapat dinyatakan sebagai:

$$L_r = \gamma_r L_e \quad (2-1)$$

dimana:

L_r = redaman efektif hujan (dB)

γ_r = redaman spesifik hujan (dB/km)

L_r = panjang lintasan radio efektif yang mengalami hujan (km)

Redaman hujan spesifik berhubungan dengan laju curah hujan R (mm/h) yang dapat dinyatakan sebagai :

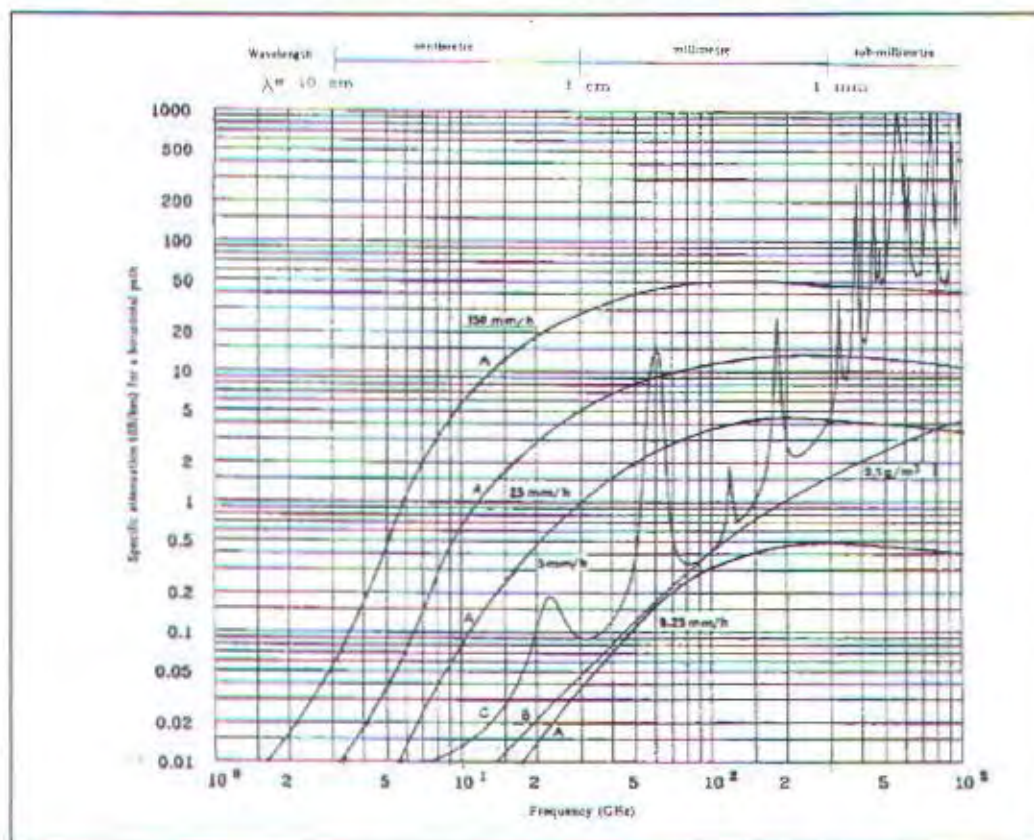
$$\gamma_r = aR^b \quad (2-2)$$

dimana:

a dan b = koefisien redaman hujan

R = intensitas hujan (mm/ jam)

Gambar 2.2 menunjukan grafik redaman gas dan hujan sebagai fungsi frekuensi.



GAMBAR 2.2⁶
REDAMAN KARENA GAS DAN HUJAN
(A = HUJAN, B = KABUT, C = GAS)

⁶ ibid, hal 190.

2.3.3. REDAMAN AWAN

Pada sistem komunikasi khususnya pada sistem komunikasi satelit, keberadaan awan akan mempengaruhi sinyal yang dipancarkan oleh antena satelit pada lintasan down link yang meliputi dua hal yaitu :

- a) Redaman sinyal.
- b) Naiknya sistem noise temperatur.

Untuk sistem penerima dengan noise yang sangat rendah yang biasa dipakai pada sistem komunikasi satelit, pengaruh noise akan sangat penting. Pengaruh awan dapat diabaikan pada sistem yang dirancang dengan reliability yang tinggi dengan rain margin, akan tetapi pada sistem dengan margin minimal pengaruh awan harus diperhitungkan, apalagi pada sistem yang ditujukan untuk pemakaian yang bersifat kontinyu seperti pada sistem penerima data pada komunikasi satelit.

Untuk mengetahui besarnya redaman yang diakibatkan oleh awan maka dikembangkan model prediksi redaman awan. Model yang digunakan adalah model yang dikembangkan oleh Asoka Dissanayake, Jeremy E. Allnutt, dan Fatim Haidara. Model ini diturunkan dengan menggunakan sifat awan secara rata-rata dengan asumsi bahwa distribusi statistik redaman awan mengikuti probabilitas log-normal. Perhitungan redaman awan berdasarkan model prediksi dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menentukan redaman spesifik awan, yang dihubungkan dengan kandungan air dari awan menggunakan pendekatan Rayleigh untuk butir air kecil :

$$\alpha_o = 0.4343 \left(\frac{3\pi v}{32\lambda_p} \right) \text{Im} \left(\frac{1-\varepsilon}{2+\varepsilon} \right) \text{ (dB/km)} \quad (2-3)$$

dimana :

v = isi air dari awan (g/m^3)

λ = panjang gelombang (m)

ρ = kerapatan air (g/cm^3)

ϵ = konstanta dielektrik air

Im = bagian imajiner dari bilangan kompleks

i = salah satu tipe awan.

Persamaan di atas tergantung pada suhu karena faktor-faktor konstanta dielektrik kompleks dan kerapatan air. Akan tetapi pengaruh suhu ini hanya kecil dan digunakan redaman spesifik pada 0°C .

2. Redaman zenith total A_{ci} untuk tiap tipe awan ($i = 1$ sampai 4) didapat dari perkalian redaman spesifik dan vertical extent, yaitu :

$$A_{ci} = \alpha_{ci} H_{ci} \quad (2-4)$$

Untuk sudut elevasi selain zenith, redaman sepanjang masing-masing tipe awan dihitung dengan asumsi bentuk awan silinder vertikal dengan ukuran horizontal dan vertikal (H_c dan L_c) seperti pada Tabel 2.1

3. Bila ke-empat tipe awan diurut menurut tingkatan redaman menghasilkan 4 titik pada kurva distribusi redaman bersyarat awan A_c , dengan persamaan :

$$P(A > A_c) = \text{erfc} \left(\frac{\ln A - \ln \bar{A}_c}{\sqrt{2\sigma_c}} \right) \quad (2-5)$$

dimana P adalah probabilitas redaman awan A_c tidak melebihi A , P_c adalah probabilitas terjadi redaman awan, erfc adalah complementary error function, \bar{A}_c harga rata-rata dari A_c , dan σ_c deviasi standar dari A_c . Pada persamaan ini diperlukan probabilitas bersyarat pada distribusi redaman awan.

TABEL 2.2⁷
PARAMETER TIPE AWAN UNTUK MODEL REDAMAN AWAN

Cloud type	vertical extent H_c (km)	Horizontal extent L_e (km)	Water content v (g/m ³)
Cumulunimbus	3.0	4.0	1.0
Cumulus	2.0	3.0	0.6
Nimbostratus	0.8	10.0	1.0
Stratus	0.6	10.0	0.4

4. Dengan lima titik yang telah dipilih tersebut, hubungan log-normal best-fit untuk distribusi redaman awan diperoleh dengan cara analisa regresi linear.

2.3.4. DEPOLARISASI

Depolarisasi merupakan suatu pengaruh dimana polarisasi gelombang pada lintasan satelit berubah dalam lapisan troposfer. Depolarisasi sering juga disebut sebagai *cross-polarisasi*. Untuk gelombang terpolarisasi linier, dapat berupa gelombang terpolarisasi vertikal atau horizontal yang dipancarkan melewati suatu medium maka gelombang ini akan menjadi gelombang terpolarisasi circular atau linier dengan arah yang berlawanan dengan yang dipancarkan. Untuk gelombang terpolarisasi circular RHCP atau LHCP akan berubah ke gelombang terpolarisasi ellips sedangkan sistem yang memakai frekuensi reuse yang didasarkan pada pemisahan polarisasi maka pasangan teknik ini akan mengurangi isolasi dan menaikkan crosstalk.

Untuk frekuensi diatas 10 GHz, sumber utama penyebab depolarisasi adalah adanya lapisan troposfer dan juga dikarenakan adanya :

- a) Hydrometeor (hujan, es, salju)

⁷ Asoka Dissanayake, Allnutt, J.E., Fatim Haidara, ***A Prediction Model that Combines Rain Attenuation and Other Propagation Impairments Along Earth-Satellite Paths***, IEEE Transaction on Antennas and Propagation, Vol. 45, No. 10, Oktober 1997, hal. 1547.

b) Multipath

c) Refraksi

Hidrometeor dan pengaruh scattering akan menyebabkan depolarisasi, hal ini disebabkan oleh bentuk partikel hidrometeor yang tidak berbentuk bola, sebagai contoh ukuran partikel hujan yang mengalami perubahan bentuk dari bola menjadi spheroid datar.

2.3.4.1. Depolarisasi Hujan

Hubungan antara depolarisasi dengan laju hujan dapat dinyatakan dengan memakai redaman total:

$$XPD = \bar{a} - \bar{b} \log_{10} (A) \quad (2-6)$$

dimana :

XPD = cross polarisasi (dB)

A = redaman total karena hujan (tidak termasuk redaman udara)

a dan b = merupakan konstanta empiris.

Berdasarkan pendekatan yang diberikan CCIR besarnya konstanta empiris dapat dinyatakan sebagai :

$$a = 30 \log (f) - 10 \log_{10} [0.516 - 0.484 \cos (4 \tau)] - 40 \log_{10} (\cos \theta) + 0.00520 \tau^2 \quad (2-7)$$

dan

$$b = 20 \quad \text{untuk } 8 \leq f \leq 15 \text{ GHz} \quad (2-8)$$

$$b = 23 \quad \text{untuk } 15 < f \leq 35 \text{ GHz} \quad (2-9)$$

dimana :

f = frekuensi (GHz)

τ = kemiringan sudut polarisasi terhadap permukaan horisontal, dalam derajat.

θ = sudut elevasi dalam derajat

σ = standar deviasi dari sudut kemiringan partikel hujan, dalam derajat.

Hubungan persamaan diatas akan tepat jika memenuhi persyaratan berikut :

$$8 \leq f \leq 35 \text{ GHz} \quad (2-10)$$

$$\theta \leq 60^\circ \quad (2-11)$$

$$0^\circ \leq \tau \leq 90^\circ \quad (2-12)$$

2.3.4.2. Depolarisasi Kristal Es

Bentuk dari partikel es dipengaruhi oleh temperatur lingkungan, pada awan Cirrus keberadaan dari partikel es tidak dapat ditentukan secara pasti, akan tetapi pada awan Cumulonimbus, partikel es akan terjadi jika terjadi pengembunan, hujan dan peleburan yang terdapat pada awan terendah.

Berdasarkan penelitian, kristal es yang terdapat di awan memiliki arah beberapa derajat melebihi arah dari medan elektrostatic. Kristal es memiliki ukuran dari 0,1 mm sampai 1 mm dan konsentrasi dari 10^3 sampai 10^6 kristal/ m^3 . Partikel-partikel es yang terdapat diatas lapisan melting mempunyai pengaruh yang penting terhadap cross-polarisasi dimana bersifat tetap untuk nilai redaman yang kecil (dibawah 3 sampai 5 dB pada 11,7 GHz). Pengaruh ini memberikan hubungan yang jelek antara redaman yang berlebih dengan perbedaan cross-polarisasi pada nilai redaman yang rendah

TABEL 2.3⁸
HUBUNGAN PERSENTASE WAKTU DENGAN STANDAR DEVIASI

Persentase Waktu (%)	Standar Deviasi (σ)
1 %	0°
0,1 %	5°
0,01 %	10°
0,001 %	15°

⁸ L.J. Ippolito, op.cit., hal.6-107.

Berdasarkan prediksi yang diberikan CCIR berupa faktor empiris $C_{ice}(p)$, depolarisasi es akan mempengaruhi persentase waktu (p) pada komponen cross polarisasi yang dikarenakan oleh hujan $XP D_{rain}(p)$ yang, menghasilkan depolarisasi total berupa :

$$XP D_{t}(p) = XP D_{rain}(p) - C_{ice}(p) \quad (\text{dB}) \quad (2-13)$$

dimana,

$$C_{ice}(p) = \frac{0,3 + 0,1 \log_{10} p}{2} XP D_{rain}(p) \quad (2-14)$$

sehingga,

$$XP D_{t}(p) = (0,85 - 0,05 \log_{10} p) XP D_{rain}(p) \quad (2-15)$$

dimana hasil ini dapat dipakai untuk mencari distribusi total dari depolarisasi dengan parameter link yang diberikan.

2.3.4.3. Depolarisasi Salju

Depolarisasi salju terjadi selama musim dingin dan musim panas. Selama musim panas, salju terjadi pada suhu isotherm diatas 0°C sedangkan pada musim dingin dengan suhu isotherm yang lebih rendah, ketebalan dari lapisan salju mengalami kenaikan dan terjadi penurunan depolarisasi yang dikarenakan hujan.

2.3.4.4. Depolarisasi Lintasan Jamak

Bentuk depolarisasi dari antenna reflektor parabola mempunyai harga puncak pada sudut elevasi yang rendah, hal ini menyebabkan *oblique indirect ray* terdapat. pada lintasan satelit pada sudut elevasi yang rendah sehingga menghasilkan komponen cross polarisasi yang penting.

2.3.4.5. Pengaruh Pembiasan (Refraksi)

Dengan adanya perubahan indeks bias pada lintasan radio (konstanta dielektrik dari lintasan troposfer), hal ini dapat menyebabkan terjadinya perputaran bidang polarisasi dari sinar yang terbias yang melalui lapisan ini. Kondisi ini akan terjadi pada lapisan yang tidak tegak lurus terhadap bidang vertikal dimana pemancar dan penerima berada (Le Francois 1973).

2.3.5. REDAMAN AKIBAT SCINTILLASI

Scintillasi merupakan perubahan secara acak dari amplitudo dan phase sinyal yang diterima yang dihasilkan dari perbedaan indeks refraksi dari berbagai tempat sepanjang lintasan propagasi. Perbedaan indeks refraksi pada lapisan troposfer dihasilkan dari pencampuran massa udara dengan perbedaan suhu dan kelembaban. Scintillasi dapat terjadi dibawah beberapa perubahan kondisi cuaca, *Clear-Air Scintillasi* disebabkan oleh proses turbulensi pada lapisan troposfer yang lebih rendah, yang dikarenakan oleh pencampuran antar massa udara. Scintillasi yang hebat dapat terjadi pada saat awan (khususnya awan cumulus) melewati lintasan propagasi dan terdapat turbulensi pada perbatasan antara awan dan udara.

Dengan tanpa memperhatikan penyebabnya, scintillasi dapat menyebabkan perubahan sinyal yang umumnya mempunyai periode beberapa detik. Berbeda dengan gas atmosfer dan redaman hujan yang melakukan proses absorpsi, scintillasi menyebabkan perubahan dalam tempo singkat dimana level sinyal rata-rata tidak mengalami perubahan. Dengan demikian scintillasi tidak mempengaruhi noise temperatur antena penerima dan tidak tergantung pada polarisasi.

Pada kejadian *clear-Air Scintillasi*, amplitudo sinyal yang diterima akan mengalami perubahan selama beberapa periode diatas 1,5 jam yang cenderung terjadi di sore hari yang panas, musim panas yang lembab untuk beberapa daerah,

dan musim semi dan gugur dimana pengaruh ini tidak tergantung dengan polarisasi dan lebih dikarenakan oleh sudut elevasi yang rendah, frekuensi yang tinggi dan diameter antena penerima yang kecil.⁹

Scintillasi awan (Biasa terjadi pada saat tidak ada hujan) dikarenakan oleh turbulensi yang terjadi pada perbatasan awan dimana udara terdapat pada campuran awan dengan permukaan udara yang kering. Pengukuran scintillasi awan lebih penting dilakukan dibandingkan dengan clear-Air scintillasi dan secara umum kedua scintillasi ini menunjukkan kecenderungan sifat-sifat yang sama sehingga dikembangkan perumusan secara teoritis untuk clear-air scintillasi dengan menerapkan scintillasi awan.

2.3.6. REDAMAN AKIBAT LAPISAN MELTING

Lapisan melting adalah daerah sekitar 0°C isothermis dimana partikel es dan salju meleleh dari atas menjadi butiran hujan. Ketebalan lapisan melting sekitar 500 m dan pada layar radar terlihat hanya pada laju hujan yang relatif rendah. Redaman yang diakibatkan lapisan melting dapat mencapai level yang nyata, terutama pada sudut elevasi yang rendah pada komunikasi satelit. Model yang digunakan disini menghubungkan laju hujan R dan redaman spesifik pada lapisan melting α_m dengan persamaan :

$$\alpha_m = aR^b \quad (\text{dB/km}) \quad (2-16)$$

dimana

$$a = e^{7.58} \ln(f) - 6.23$$

$$b = e^{0.029} \ln(f) + 0.031$$

$$R = \text{laju hujan (mm/h)}$$

$$f = \text{frekuensi (GHz)}$$

⁹ M.S.Alouini, S.A.Borgsmiller, P.G.Steffes, *Channel Characterization and Modeling for Ka-band Very Small Aperture Terminal*, Proceeding of IEEE, Vol.85, NO.6, Juni 1997, hal. 990.

Tebal lapisan melting D_m diambil 0.5 km dan panjang lintasan melintasi lapisan melting

adalah $L_m = \frac{0.5}{\sin(\theta)}$ (km) dimana θ adalah sudut elevasi, panjang lintasan ini dibatasi

maksimum 10 km. Jadi redaman lapisan melting sebesar :

$$A_m = \alpha_m L_m \quad (\text{dB}) \quad (2-17)$$

2.4. PENGARUH BIDANG LINTASAN

Halangan pada bidang lintasan dapat mengakibatkan perambatan sinyal mengalami pemantulan atau pembiasan, yang menghasilkan redaman yang menyimpang dari harga redaman ruang bebas. Suatu sinyal radio yang menyentuh halangan akan dibiaskan dan akan menghasilkan redaman yang besarnya tergantung pada jenis permukaan dimana pembiasan terjadi. Suatu permukaan rata (*smooth earth*), misalnya air atau tanah lapang menghasilkan redaman yang maksimum. Suatu permukaan yang tajam (*knife edge*), misalnya gunung atau pepohonan akan memberikan redaman yang minimum pada bidang sentuhnya.

Jika halangan dibawah line of sight, sinyal radio dapat dipantulkan sehingga membentuk sinyal kedua pada antena penerima. Karena sinyal pantul membentuk lintasan yang lebih panjang daripada sinyal langsung, maka sinyal pantul dapat diterima dengan fase yang berbeda dengan sinyal langsung. Besar interferensi sinyal pantul pada antena penerima tergantung pada level sinyal relatif, keadaan permukaan dan phase dari kedua sinyal yang diterima tersebut.

2.5. NOISE TEMPERATUR

Pada komunikasi untuk frekuensi di atas 10 GHz, hujan dan gas merupakan faktor penghalang yang sangat besar, selain menyebabkan timbulnya redaman juga dapat menyebabkan beberapa pengaruh yang sangat merugikan seperti : depolarisasi

gelombang, penurunan gain antena, kenaikan noise pada stasiun bumi, serta menyebabkan terjadinya interferensi antara stasiun bumi.

Pada sistem komunikasi satelit, kualitas dari suatu sistem ditentukan oleh perbandingan antara level sinyal terhadap noise. Salah satu penyebab timbulnya noise adalah pengaruh hujan dan gas. Pengaruh hujan dan gas ini akan menyebabkan naiknya temperatur noise dari antena sehingga temperatur noise dari keseluruhan sistem akan bertambah besar.

2.5.1. PENGARUH GAS TERHADAP NOISE TEMPERATUR ANTENA

Gas yang ada di atmosfer selain meredam sinyal juga memancarkan energi yang berpengaruh pada sky-noise temperatur, yang berhubungan dengan noise temperatur antena T_{ant} (K), dimana mempunyai hubungan :

$$T_{ant} = T_{sky} + T_{other} \quad (2-18)$$

T_{other} merupakan noise yang disebabkan oleh :

1. Sifat dari konstruksi antena dan rugi-rugi internal
2. Radiasi oleh permukaan tanah disekitar antena dan yang ditangkap oleh sidelobe antena
3. Human-made noise seperti catu daya.

Dengan adanya awan, T_{clear} (sama dengan T_{sky} untuk kondisi langit cerah) akan dipengaruhi oleh noise temperatur cosmic T_{cb} (K) dan pengaruh atmosfer yang mempunyai temperatur fisik T_{atm} (K), sehingga T_{clear} (K) dapat dinyatakan berupa :

$$T_{clear} = \frac{T_{cb}}{l_g} + T_{atm} \left(1 - \frac{1}{l_g} \right) \quad (2-19)$$

dimana :

T_{cb} = temperatur cosmic (K)

L_g = redaman gas atmosfer

T_{atm} = temperatur atmosfer (K)

Perumusan ini hanya tepat untuk frekuensi diatas 4 GHz dan T_{cb} diambil sebesar 2,7K dan T_{atm} mempunyai range nilai sebesar 270-290 K.¹⁰

2.5.2. PENGARUH HUJAN PADA TEMPERATUR NOISE ANTENA

Hujan akan memberikan sumber noise tambahan pada lintasan downlink yang berhubungan dengan redaman gas dan hujan, dimana dapat dinyatakan sebagai :

$$T_{rain} = \frac{T_{cb}}{L_{gd}L_{rd}} + T_{atm} \left(1 - \frac{1}{L_{gd}L_{rd}} \right) \quad (2-20)$$

dimana :

T_{rain} = temperatur noise antena karena hujan (K)

L_{gd} = redaman gas

L_{rd} = redaman hujan

sehingga sky-noise temperatur akan naik sebanding dengan naiknya redaman hujan dan sesuai rumus 2.19 bahwa T_{rain} sama dengan T_{sky} yang tergantung pada kondisi cuaca.

¹⁰ ibid, hal. 984.

BAB III
DASAR - DASAR DATA AKUISISI DAN PENGUKURAN
PROPAGASI KA-BAND

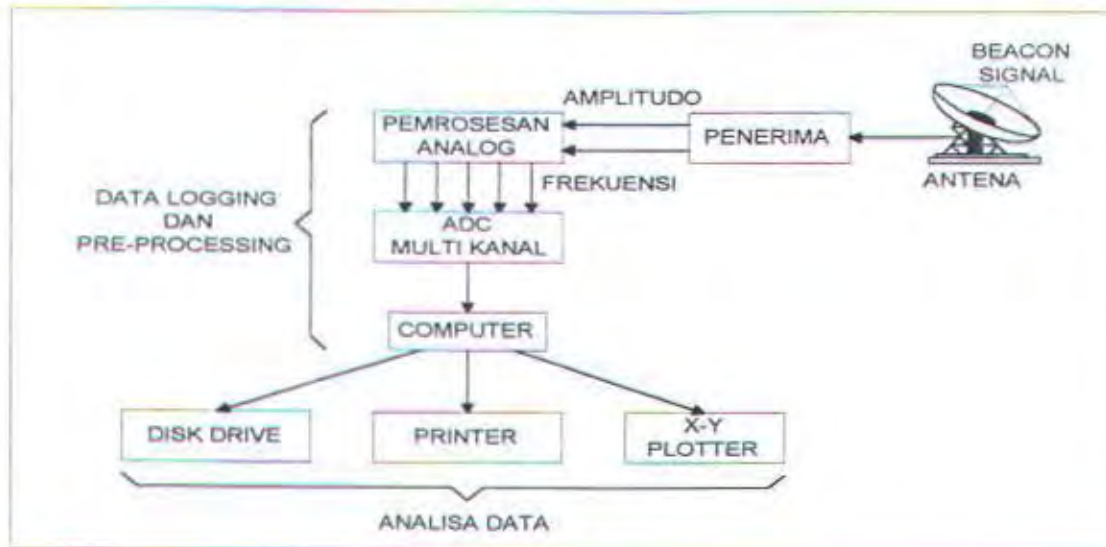
3.1. UMUM

Sistem data akuisisi adalah sebuah sistem yang bertujuan untuk mengambil data real-time, mengolahnya dan menampilkan hasilnya ke bentuk yang diinginkan. Sumber data dari sistem data akuisisi dapat berupa sinyal analog maupun sinyal diskrit. Apabila data-data sumber analog, maka perlu dirubah ke bentuk digital dengan tujuan diantaranya : penyimpanan, pengiriman, pengolahan dan tampilan.

Dengan sistem data akuisisi, data dapat disimpan dalam bentuk kasar atau dalam bentuk olahan, serta penyimpanannya dapat diatur dalam jangka pendek, menengah ataupun jangka panjang. Data tersebut juga dapat ditransmisikan dalam jarak yang sangat jauh (misal space communication) maupun jarak pendek (hubungan antara komputer dan peralatan pengukuran dalam satu ruangan). Data yang dihasilkan oleh sistem data akuisisi dapat ditampilkan dalam bentuk layar monitor atau display-display lainnya.

Pengolahan data hasil akuisisi dapat berupa perbandingan sederhana hingga manipulasi dan simulasi matematis yang sangat kompleks. Secara praktis, hal tersebut dapat berupa pengumpulan informasi, pengubahan sinyal ke bentuk yang berguna melakukan perhitungan yang berulang dan memisahkannya dari pengaruh noise, serta menampilkan hasilnya ke dalam display.

Faktor penting dari sistem data akuisisi analog adalah adanya *analog to digital converter* (ADC). ADC yang digunakan dapat berupa modulasi pulsa (PAM), PCM encoder, ADC yang lambat hingga ADC yang sangat cepat dengan resolusi yang tinggi. Untuk membuat tegangan input sesuai dengan spesifikasi konversi,



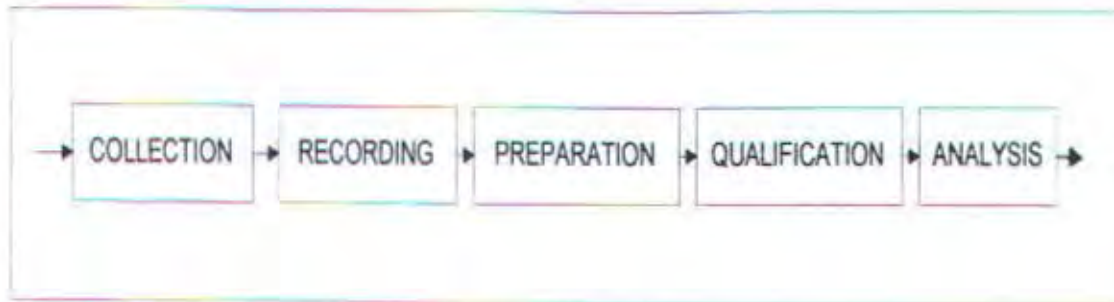
GAMBAR 3.1.
BLOK DIAGRAM DATA AKUISISI DAN PEMROSESAN

kemungkinan besar sangat diperlukan penyesuaian dengan cara *scaling* dan *offsetting* yang dilakukan dengan menggunakan sebuah amplifier (penguat) dan attenuator (peredam). Untuk mengkonversikan informasi analog lebih dari satu sumber diperlukan konverter tambahan atau multiplexer. Untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan dari pengambilan data diperlukan peralatan *sampling and hold* yang sesuai, sedangkan untuk membatasi sebuah sinyal analog berbandwidth lebar penggunaan logaritmik amplifier akan sangat diperlukan.

Sifat dari sistem data akuisisi sangat tergantung pada sifat-sifat sinyal analog yang akan diolah dan fungsi-fungsi yang akan dilakukan pada sinyal tersebut. Gambaran global dari sistem data akuisisi pada pengukuran propagasi dapat dilihat pada gambar 3.1 diatas.

3.2. TAHAPAN-TAHAPAN SISTEM DATA AKUISISI

Kesesuaian teknik yang dipakai pada suatu proses data akuisisi dan pemrosesan data yang bersifat acak sangat tergantung pada fenomena fisik yang diberikan oleh data tersebut serta tujuan yang ingin dicapai dari pemrosesannya.



GAMBAR 3.2.
PROSES DASAR DARI DATA AKUISISI

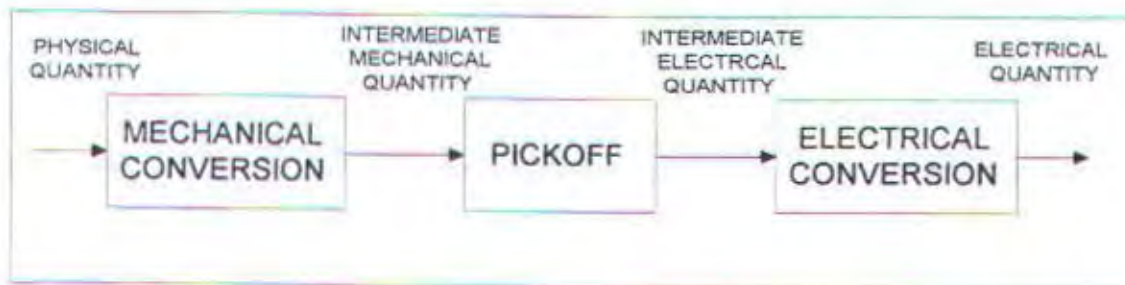
Secara umum operasi yang dibutuhkan pada proses data akuisisi dan pengolahan data dapat dibagi kedalam lima kategori umum diantaranya:

1. Pengumpulan data (Data Collection)
2. Perekaman data (Data Recording)
3. Penyiapan data (Data Preparation)
4. Kualifikasi data (Data Qualification)
5. Analisa data (Data Analysis)

Secara umum urutan dari proses data akuisisi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.2.1. PENGUMPULAN DATA (DATA COLLECTION)

Elemen utama pada tahap pengumpulan data adalah pada perangkat transducer. Dalam pengertiannya secara umum transducer merupakan suatu device yang merubah suatu besaran dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Pada tahap pengumpulan data secara umum, proses ini terdiri tiga operasi dasar meliputi a) Konversi mekanik dari suatu besaran fisik ke besaran mekanik intermediate b) Tahap pickoff yang merubah besaran mekanik intermediate ke besaran listrik intermediate dan c) Proses mengubah besaran listrik ke besaran listrik akhir yang umumnya berupa tegangan. Beberapa transducer dapat digabungkan melalui satu atau tiga operasi.

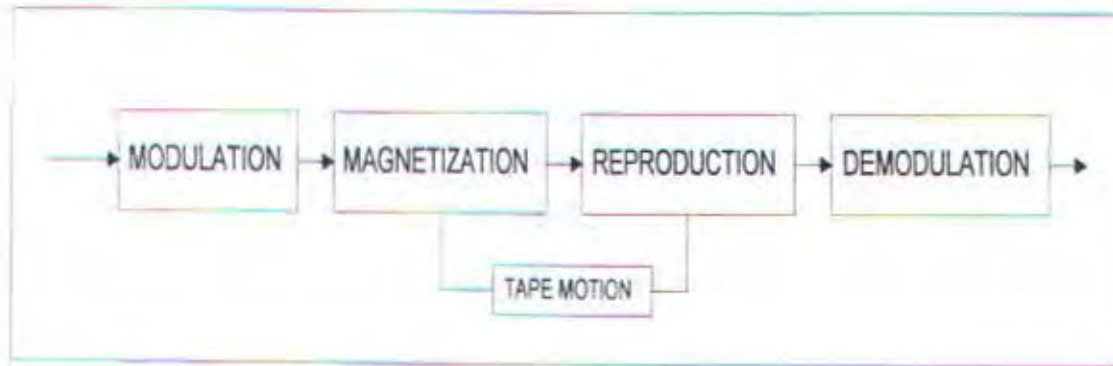


GAMBAR 3.3
PROSES PENGUMPULAN DATA PADA DATA AKUISISI

Pengoperasian transducer yang dilakukan secara ideal mampu memberikan hasil tanpa distorsi dari besaran fisik yang terukur. Jika sinyal input $x(t)$ dan sinyal output $y(t)$, transducer yang sempurna akan memberikan output analog berupa $y(t) = cx(t)$ dimana c merupakan konstanta kalibrasi. Dalam hal praktis keadaan ini sulit tercapai, hal ini di dukung pula dengan adanya perubahan gain dan phase dari transducer dan distorsi yang menghasilkan sifat ketidaklinieran yang merupakan sifat dasar dari pengoperasian suatu transducer, sehingga kenyataan ini membuat transducer sebagai sumber yang potensial menghasilkan kesalahan pada data akuisisi dan program pemrosesan.

3.2.2. PEREKAMAN DATA (DATA RECORDING)

Untuk beberapa aplikasi, dimungkinkan untuk melakukan pemrosesan data secara langsung dari sinyal transducer, akan tetapi untuk beberapa aplikasi lain, hal tersebut tidak memungkinkan sehingga dilakukan perekaman data dari sinyal transducer. Sistem penyimpan data yang paling sering dipakai adalah *magnetic tape recorder*, meskipun beberapa tipe recorder dapat dipakai akan tetapi magnetic tape recorder mempunyai keuntungan dimana dapat menyimpan data dalam jumlah besar dan dihasilkan dalam bentuk elektrik, sedangkan pengiriman data sinyal, biasa dikirimkan melalui saluran listrik meskipun untuk beberapa keadaan hal ini tidak memungkinkan, sebagai contoh penerimaan data dari satelit pada orbit bumi,



GAMBAR 3.4.
PROSES PEREKAMAN DATA PADA DATA AKUISISI

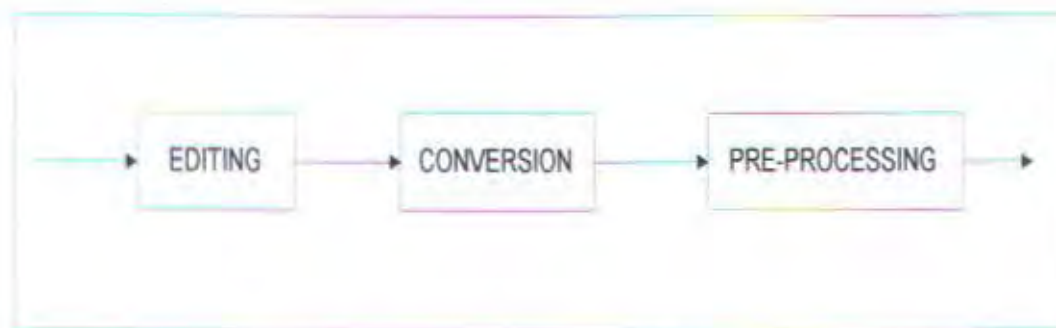
sehingga dipakai sistem telemetry. Secara umum proses perekaman data dapat dilihat pada gambar 3.4.

Prinsip dasar dari magnetic tape recorder adalah adanya arus listrik yang dilewatkan pada head perekam yang menghasilkan flux magnetik yang memagnetisasi partikel-partikel pita perekam, pada saat pita bergerak maka dihasilkan sinyal yang sebanding dengan perubahan flux. Tipe perekaman seperti ini menghasilkan sejumlah permasalahan meliputi proses magnetisasi yang tidak linier, tape dropout, dan pengaruh lainnya yang dipengaruhi karena disain dari tape magnetic.

3.2.3. PENYIAPAN DATA (DATA PREPARATION)

Tahap selanjutnya pada proses data akuisisi dan pemrosesan data adalah penyiapan *raw data* untuk dianalisa secara lengkap. Raw data umumnya terdiri sinyal tegangan analog yang didapat secara langsung dari transducer atau direkam pada tape magnetic. Pada langkah ini sejumlah cara diperlukan untuk menganalisa secara lengkap sinyal yang didapat.

Pada tahap editing suatu data dilakukan operasi analisa awal (*preanalysis operation*) yang bertujuan untuk mendeteksi dan mengurangi *spurious* atau penurunan suatu sinyal data yang dihasilkan dari permasalahan akuisisi dan perekaman seperti noise, sinyal dropout dan rugi-rugi suatu sinyal yang dikarenakan kegagalan dari



GAMBAR 3.5.
PROSES PENYIAPAN DATA PADA DATA AKUISISI

transducer. Proses editing biasanya dilakukan melalui pengamatan suatu data sinyal yang dilakukan oleh seorang *analyst* sebelum data diubah ke format digital.

Langkah terpenting pada tahap penyiapan data adalah proses mengubah sinyal data analog ke format digital. Proses digitalisasi terdiri dua operasi penting yang meliputi a). Proses sampling dan b). Proses kuantisasi. Proses sampling merupakan suatu proses pencuplikan sederatan sinyal data analog yang diberikan dengan laju sampling tertentu, sedangkan kuantisasi merupakan proses merubah nilai level dari hasil sampling ke bentuk numerik.

3.2.3.1. Teorema sampling untuk data acak

Jika diberikan suatu sinyal $x(t)$ dari suatu proses acak $\{x_s(t)\}$ dengan interval 0 sampai T detik dan bernilai nol untuk yang lainnya maka bentuk transformasi Fourier-nya adalah

$$X(f) = \int_0^T x(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (\text{Hz}) \quad (3-1)$$

Jika $x(t)$ merupakan fungsi yang periodik dengan periode T detik dan dengan kenaikan frekuensi dasar $f = 1/T$ maka dengan deret Fourier didapat

$$x(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} A_n e^{j2\pi nt / T} \quad (\text{detik}) \quad (3-2)$$

dimana

$$A_n = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) e^{-j2\pi n t / T} dt \quad (3-3)$$

sehingga diperoleh

$$X\left(\frac{n}{T}\right) = \int_0^T x(t) e^{-j2\pi n t / T} dt = T A_n \quad (3-4)$$

hasil ini dapat digunakan untuk mencari $X(f)$ untuk semua harga frekuensi dan hasil ini dinamakan teorema sampling untuk daerah frekuensi, sedangkan harga untuk setiap kenaikan $1/T$ dinamakan *Nyquist cointerval*.¹

Jika $X(f)$ merupakan transformasi Fourier dari beberapa sampel acak dari $x(t)$ yang terletak pada interval frekuensi $-B$ sampai B Hz dan bernilai nol untuk harga yang lainnya maka invers transformasi Fourier tersebut adalah

$$x(t) = \int_{-B}^B X(f) e^{j2\pi f t} df \quad (3-5)$$

dan jika $X(f)$ merupakan periodik dengan periode $2B$ Hz dengan kenaikan waktu $t = 1/2B$ maka

$$X(f) = \sum_{-\infty}^{\infty} C_n e^{-j2\pi n f / B} \quad (3-6)$$

dimana

$$C_n = \frac{1}{2B} \int_{-B}^B X(f) e^{j2\pi n f / B} df \quad (3-7)$$

sehingga diperoleh

$$X\left(\frac{n}{2B}\right) = \int_{-B}^B X(f) e^{j2\pi n f / B} df = 2B C_n \quad (3-8)$$

¹ Julius S. Bendat, Allan G. Piersol, **Random Data Analysis and Measurement Procedures**, John Wiley & Sons, 2 Edition, 1986, hal.335.



hasil ini dapat digunakan untuk mencari $x(t)$ untuk semua harga t dan hasil ini dinamakan teorema sampling untuk daerah waktu dan kenaikan waktu $1/2B$ dinamakan *Nyquist interval*.

Jika sampel $x(t)$ terletak pada interval 0 sampai T detik dan transformasi Fourier $X(f)$ pada interval $-B$ sampai B , dengan melakukan sampling pada $X(f)$ untuk Nyquist co-interval pada jarak $1/T$ dari $-B$ sampai B maka jumlah sampel yang dibutuhkan untuk menyatakan $x(t)$ adalah

$$N = \frac{2B}{1/T} = 2BT \quad (3-9)$$

dan jika $x(t)$ di sampling pada titik Nyquist interval $1/2B$ pada periode 0 sampai T maka

$$N = \frac{T}{1/2B} = 2BT \quad (3-10)$$

sehingga jumlah sampel diskrit yang dibutuhkan pada proses sampling Nyquist co-interval dalam skala frekuensi maupun pada proses sampling Nyquist dalam skala waktu adalah sama.

3.2.3.2. Prosedur Sampling dan Aliasing Error

Proses sampling dari sinyal analog untuk menganalisa data digital biasanya dilakukan pada jarak interval waktu yang sama. Permasalahan yang ada adalah mencari interval sampling Δt yang tepat. Dari persamaan 3.10 jumlah nilai sampel diskrit minimum yang diperlukan untuk menyatakan data dengan panjang T dan bandwidth B adalah $N = 2BT$, sehingga jarak interval maksimum antar sampel adalah $\Delta t = 1/(2B)$. Jika titik sampel mempunyai jarak lebih kecil dari $1/(2B)$ maka akan menghasilkan nilai sampel berlebih dan jika titik sampling lebih besar dari $1/(2B)$ maka akan menghasilkan *aliasing*.

Jika suatu sinyal kontinu disampling dengan nilai sampel yang berjarak Δt maka akan mempunyai sampling rate sebesar $1/(\Delta t)$ (sampel perdetik), sehingga

berdasarkan teorema sampling, frekuensi tertinggi yang dapat dinyatakan oleh sampling rate $1/\Delta t$ adalah $1/(2\Delta t)$ sehingga didapat

$$f_c = \frac{1}{2\Delta t} \quad (\text{Hz}) \quad (3-11)$$

yang merupakan frekuensi Nyquist. Cara praktis untuk menghindari aliasing error pada analisa data digital adalah melewati informasi dari data analog yang terletak diatas frekuensi Nyquist (f_c) melalui lowpass filter sebelum proses konversi analog ke digital, karena tidak ada lowpass filter yang mempunyai respons yang curam, maka dipakai frekuensi cut off filter anti aliasing sebesar 70-80 % dari frekuensi Nyquist untuk memastikan semua data diatas frekuensi Nyquist dapat ditahan.

3.2.3.3. Error Kuantisasi

Pada proses konversi analog ke digital, harga level dari tiap-tiap sampel harus dinyatakan kedalam bilangan bulat sehingga hanya beberapa level saja yang sesuai dengan level dari data analog sesungguhnya. Jika proses kuantisasi dilakukan secara tepat maka nilai yang sebenarnya akan didekati oleh level kuantisasi. Pada kenyataannya error kuantisasi biasanya bukan merupakan sumber kesalahan yang penting jika dibandingkan dengan sumber kesalahan pada prosedur data akuisisi dan pemrosesan.

3.2.3.4. Analog to Digital Converter

Komponen analog to digital converter (ADC) biasanya memakai sistem biner atau sistem ASCII, dimana sistem biner menempatkan sinyal kontinyu kedalam 2 digit sedangkan sistem ASCII kedalam 10 digit. Komponen ADC dapat menimbulkan beberapa kesalahan diantaranya

- a. Aperture Error, kesalahan ini dikarenakan periode dari sampel data yang ditentukan lebih besar dari harga sesaat.

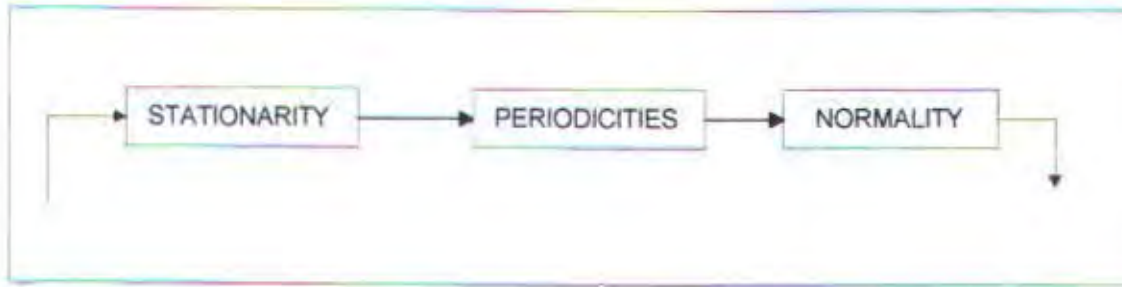
- b. Jitter, kesalahan ini dikarenakan interval antar sampel lebih kecil dalam beberapa cara acak.
- c. Nonlinieritas, kesalahan ini dikarenakan akibat beberapa sumber diantaranya bit dropout dan jarak kuantisasi.

3.2.4. KUALIFIKASI DATA (DATA QUALIFICATION)

Cara yang sesuai dalam menganalisa data yang bersifat acak sangat dipengaruhi oleh karakteristik dasar yang dimiliki oleh data tersebut. Tiga hal penting dari karakteristik dasar tersebut adalah kestasioneran data, adanya keperiodikan data dan kenormalan dari data. Kestasioneran perlu dipertimbangkan hal ini dikarenakan prosedur yang dibutuhkan untuk menganalisa data nonstasioner umumnya lebih sulit daripada data stasioner. Keperiodikan data sebaiknya diketahui hal ini untuk menghindari kesalahan interpretasi dari data. Ketepatan asumsi bahwa suatu data mempunyai fungsi kerapatan probabilitas Gaussian sebaiknya diteliti karena anggapan kenormalan dari data merupakan hal yang sangat penting pada aplikasi data yang bersifat acak.

3.2.4.1. Pengetesan kestasioneran

Cara termudah untuk mengevaluasi kestasioneran suatu sampel data acak adalah dengan mempertimbangkan fenomena fisik yang dihasilkan oleh data tersebut. Jika faktor fisik dasar merupakan fenomena yang bersifat time invariant maka kestasioneran dari data yang dihasilkan umumnya dapat diterima tanpa penelitian lebih lanjut. Dalam kenyatannya data yang dikumpulkan dalam keadaan tertentu tidak dapat menerima anggapan kestasioneran berdasarkan pertimbangan fisik. Dalam beberapa kasus kestasioneran data harus dievaluasi melalui sampel dari sederatan data, kestasioneran dari suatu data cukup dilakukan dengan meneliti data terekam $x(t)$ yang mempunyai langkah-langkah sebagai berikut:



GAMBAR 3.6.
PROSES KUALIFIKASI DATA PADA DATA AKUISISI

1. Membagi data terekam kedalam N interval waktu yang sama dimana data pada tiap-tiap interval dianggap independent.
2. Menghitung nilai rata-rata kuadrat untuk tiap-tiap interval, yang dapat dinyatakan dengan :

$$\overline{X_1^2}, \overline{X_2^2}, \overline{X_3^2}, \dots, \overline{X_N^2}$$

3. Mengetes nilai rata-rata dan varians yang dikarenakan perubahan sampling.

Distribusi sampling dari nilai rata-rata kuadrat memerlukan informasi yang lengkap tentang komposisi frekuensi dari data tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut maka dipakai pendekatan test nonparametrik yang berupa run test dan reverse arrangement test.

Jika sederetan nilai sampel rata-rata kuadrat $(\overline{x_1^2}, \overline{x_2^2}, \overline{x_3^2}, \dots, \overline{x_N^2})$ menyatakan pengukuran yang bersifat independen dari variabel acak stasioner dengan nilai rata-rata kuadrat ψ_x^2 maka perubahan nilai sampel akan bersifat acak sehingga reverse arrangement test dapat diperkirakan untuk pengamatan acak yang independent dari variabel acak. Jika hasil reverse arrangement test berbeda dengan nilai rata-rata kuadrat ini, maka anggapan kestasioneran akan diabaikan, jika tidak maka akan diterima. Prosedur pengetasan tersebut tidak membutuhkan informasi tentang

bandwidth frekuensi dari data atau waktu rata-rata yang dipakai untuk menghitung nilai sampel rata-rata kuadrat.

3.2.4.2. Pengetesan Keperiodikan

Prosedur yang paling efektif untuk mendeteksi komponen periodik adalah dengan memakai berbagai prosedur analisa yang dilakukan untuk analisa data acak, sehingga pengetesan suatu keperiodikan biasanya disusun dari prosedur analisa dengan menganggap data bersifat acak. Dalam hal khusus adanya komponen periodik pada data acak dapat diketahui dengan pengamatan secara visual dari fungsi kerapatan spektrum (*autospectral density function*), fungsi kerapatan probabilitas amplitudo dan fungsi autokorelasi yang diukur dari data stasioner. Autospectrum merupakan komponen yang paling sering dipakai sebagai parameter analisa pada berbagai aplikasi. Untuk hal yang lebih khusus perkiraan kerapatan spektrum menyatakan komponen periodik sebagai harga puncak dan terjadi ketika keperiodikan cenderung kecil. Harga puncak dalam autospektrum suatu sampel data dapat juga menyatakan data acak dengan band sempit. Kedua kasus ini dapat dibedakan dengan mengukur kembali kerapatan autospektrum dengan filter pada bandwidth yang lebih sempit. Jika puncak spektrum yang terukur merupakan gelombang sinus maka bandwidth puncak akan sama dengan bandwidth dari filter, sehingga kerapatan spektrum akan mengalami kenaikan sebanding dengan pengurangan bandwidth filter. Metode ini tidak akan bekerja jika bandwidth analisa lebih kecil daripada bandwidth data acak dengan band sempit.

3.2.4.3. Pengetasan Kenormalan.

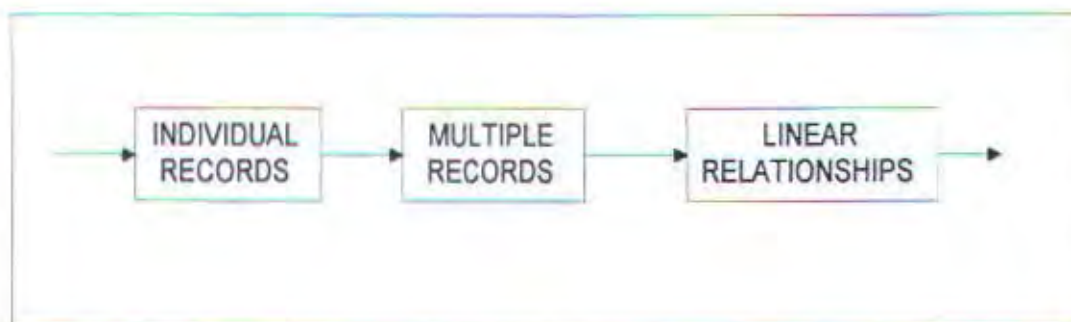
Pengetasan sampel dari data acak stasioner untuk mengetahui kenormalan adalah dengan mengukur fungsi kerapatan probabilitas (*probability density function*) dari data dan membandingkannya dengan distribusi normal teoritis. Jika sampel

terekam cukup panjang yang memperbolehkan pengukuran dengan kesalahan yang kecil terhadap perubahan dari kenormalan maka ketidakberadaan kenormalan akan terjadi. Jika distribusi sampling dari perkiraan kerapatan probabilitas diketahui maka berbagai tes statistik untuk kenormalan dapat dilakukan ketika kesalahan acak besar. Distribusi sampling pada pengukuran kerapatan probabilitas memerlukan frekuensi informasi dari data yang umumnya sulit diperoleh dalam beberapa kasus sehingga diperlukan tes nonparametrik. Salah satu tes nonparametrik yang paling sering dipakai pada pengukuran kenormalan adalah metode Chi-Square goodness.

3.2.5. ANALISA DATA (DATA ANALYSIS)

Prosedur untuk menganalisa sifat-sifat data acak dapat dibagi kedalam dua kategori yang meliputi : prosedur untuk menganalisa sampel terekam secara individu dan prosedur untuk menganalisa sekumpulan sampel untuk mencari sifat-sifat data secara individu. Dalam hal ini akan dibahas tentang prosedur untuk menganalisa data terekam secara individu yang terdiri beberapa tahapan.

Prosedur keseluruhan untuk menganalisa sifat-sifat statistik yang berhubungan dengan sederetan sampel individu terdiri dari beberapa langkah, langkah-langkah tersebut dapat diabaikan untuk beberapa aplikasi dan dapat ditambah untuk aplikasi lainnya, langkah-langkah tersebut adalah :



GAMBAR 3.7.
PROSES ANALISA DATA PADA DATA AKUISISI

3.2.5.1. Analisa nilai rata-rata (mean) dan rata-rata kuadrat (mean square)

Langkah pengukuran nilai mean dan mean square (varians) merupakan langkah yang biasa dilakukan dalam menganalisa sampel data, hal ini mempunyai dua alasan yaitu pertama, karena nilai mean dan mean square merupakan dasar pengukuran dan pusat kecenderungan dan penyebaran data, perhitungan ini umumnya dilakukan untuk kejadian pada aplikasi yang bersifat elementer (terjadi secara tidak sempurna) yang kedua adalah penghitungan nilai mean dan mean square rata-rata untuk waktu pendek dipakai untuk mengevaluasi kestasioneran data. Nilai mean dari suatu sampel data $\{U_n\}$, $n = 1, 2, 3, \dots, N$ diberikan oleh persamaan

$$\bar{u} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_n \quad (3-12)$$

untuk data ergodik stasioner, komponen \bar{u} tidak mempengaruhi pencarian nilai mean μ , untuk perhitungan selanjutnya nilai sampel $\{U_n\}$ dirubah ke nilai baru $\{x_n\}$ yang mempunyai nilai mean dari sampel nol dengan menghitung

$$x_n = x(t_0 + n\Delta t) = u_n - \bar{u} \quad n = 1, 2, \dots, N \quad (3-13)$$

sehingga untuk perumusan selanjutnya dinyatakan kedalam komponen data baru $\{x_n\}$, dimana $\bar{x} = 0$ dan standar deviasi di hitung dengan persamaan

$$s = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N x_n^2 \right]^{1/2} \quad (3-14)$$

komponen s dan s^2 tidak mempengaruhi perhitungan standar deviasi σ_x dan varians σ_x^2 .

3.2.5.2. Analisa Autocorrelasi

Fungsi autocorrelasi dari data stasioner merupakan transformasi Fourier dari fungsi kerapatan autospektral. Fungsi autospektral dapat dihitung dengan lebih efisien

dan lebih mudah untuk beberapa aplikasi sehingga fungsi autocorrelasi sering diabaikan dan terdapat beberapa keadaan dimana fungsi autocorrelasi harus dihitung. Teknik yang dipakai untuk menghitung fungsi autocorrelasi terdiri dari dua cara yaitu:

a. Metode menghitung autocorrelasi secara langsung

Jika N nilai data $\{x_n\}$, $n = 1, 2, \dots, N$ di sampel pada interval waktu yang sama sebesar Δt dari data $x(t) = x(n \Delta t)$ yang stasioner dengan $\bar{x} = 0$. Dari pengertian dasar maka fungsi autocorrealsi $x(t)$ dapat dihitung dari nilai sampel pada time delay $r\Delta t$ adalah

$$R_{xx}(r\Delta t) = \frac{1}{N-r} \sum_{n=1}^{N-r} x_n x_{n+r} \quad r = 0, 1, 2, \dots, m \quad (3-15)$$

dimana r dinamakan lag number dan m merupakan lag number maksimum ($m < N$) dan jumlah yang mungkin dihasilkan pada tiap-tiap lag number r adalah $N - r$.

b. Metode menghitung autocorrelasi melalui metode FFT

Prosedur untuk menghitung fungsi autocorrelasi melalui metode FFT adalah

1. Menentukan lag number maksimum m ($m = N$) dan membagi data yang ada kedalam n_b blok yang terdiri dari $N \geq m$ nilai data.
2. Menambah tiap-tiap blok dari N nilai data $\{x_n\}$, $n = 1, 2, \dots, N$ dengan memperoleh nilai $2N$ data
3. Menghitung FFT dari $2N$ titik $X(f_k)$, $k = 0, 1, \dots, 2N-1$ dengan persamaan

$$X(f_k) = \Delta t \sum_{n=0}^{N-1} x_n \exp \left[-j \frac{2\pi k n}{N} \right] \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (3-16)$$

$$f_k = \frac{k}{T} = \frac{k}{N\Delta t} \quad k = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (3-17)$$

4. Menghitung kerapatan autospektral pada dua sisi $S_{xx}(f_k)$, $k = 0, 1, \dots, 2N-1$

dengan persamaan :

$$S_{xx} = \frac{1}{n_d N \Delta t} \sum_{k=0}^{n_d-1} |x_k(f_k)|^2 \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (3-18)$$

5. Menghitung invers FFT dari $S_{xx}(f_k)$ untuk mendapatkan $R_{xx}(r\Delta t)$ untuk $r = 0, 1, \dots, 2N-1$ dengan persamaan

$$R_{xx}(r\Delta t) = \frac{1}{2N} \sum_{k=0}^{2N-1} S_{xx}(f_k) \exp\left[j \frac{2\pi k n}{N}\right] \quad (3-19)$$

6. Membuang setengah terakhir dari $R_{xx}(r\Delta t)$ untuk mendapatkan hasil untuk $r = 0, 1, \dots, N-1$

7. Mengalikan $R_{xx}(r\Delta t)$, $r = 1, 2, \dots, N-1$ dengan faktor $N / (N-r)$ untuk mendapatkan $R_{xx}(r\Delta t)$

3.2.5.3. Analisa Kerapatan Autospectral

Salah-satu karakteristik terpenting untuk menjelaskan data acak stasioner adalah melalui fungsi kerapatan autospectral yang menyatakan komposisi frekuensi dari data. Prosedur yang dipakai untuk menghitung fungsi kerapatan autospectral adalah :

1. Membagi data yang ada untuk x_n , $n = 0, 1, \dots, N-1$ menjadi n_d blok yang masing-masing terdiri N nilai data.
2. Jika dibutuhkan untuk menghilangkan side lobe, nilai data yang semakin mengecil pada tiap-tiap blok $\{x_n\}$, $n = 0, 1, \dots, N-1$ dengan metode Hanning window (cosine square) dengan persamaan :

$$u_h(t) = \frac{1}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi t}{T} \right) = 1 - \cos^2 \left(\frac{\pi t}{T} \right) \quad \text{untuk } 0 \leq t \leq T \quad (3-20)$$

$$= 0 \quad \text{untuk lainnya} \quad (3-21)$$

3. Menghitung N titik FFT untuk tiap blok dari data yang diberikan $X(f_k)$, $k = 0, 1, \dots, (N-1)$.
4. Mengatur faktor skala dari $X(f_k)$ untuk rugi-rugi yang dikarenakan tapering (untuk Hanning tapering kalikan dengan $\sqrt{\frac{8}{3}}$)
5. Menghitung fungsi kerapatan autospectral dari n_d blok dari data untuk dua sisi dengan persamaan

$$S_{xx}(f_k) = \frac{1}{n_d N \Delta t} \sum_{i=1}^{n_d} |X_i(f_k)|^2 \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (3-22)$$

dan untuk satu sisi dengan persamaan

$$G_{xx}(f_k) = \frac{2}{n_d N \Delta t} \sum_{i=1}^{n_d} |X_i(f_k)|^2 \quad k = 0, 1, \dots, N/2 \quad (3-23)$$

3.2.5.4. Analisa Kerapatan Probabilitas

Pada data yang bersifat acak, mempunyai kecenderungan terdistribusi secara normal walaupun dalam beberapa kasus khususnya pada kasus yang menghasilkan operasi nonlinier akan mempunyai distribusi Gaussian.

Jika N nilai data blok $\{x_n\}$, $n = 0, 1, \dots, N$ dari data $x(t)$ yang stasioner dengan $\bar{x} = 0$, fungsi kerapatan probabilitas dari $x(t)$ dapat dinyatakan dengan

$$p(x) = \frac{N_x}{NW} \quad (3-24)$$

dimana W merupakan interval sempit yang berpusat pada x dan N_x merupakan jumlah nilai data yang terdapat pada range $x \pm W/2$ sehingga harga $p(x)$ diperoleh secara digital dengan membagi range penuh dari x kedalam sejumlah interval dengan lebar yang sama, mengelompokkan jumlah nilai data kedalam tiap-tiap kelompok interval dan membagi dengan hasil kelompok interval dengan lebar W dan ukuran sampel N.

Jika K menyatakan jumlah kelompok interval yang dipilih agar mencakup range nilai data dari a sampai b , maka lebar tiap interval dinyatakan sebagai

$$W = \frac{b-a}{K} \quad (3-25)$$

dan titik terakhir dari interval ke i dinyatakan sebagai

$$d_i = a + iW \quad i=0,1,2,\dots,K \quad (3-26)$$

dimana $d_0 = a$ dan $d_K = b$. Jika sederetan $K+2$ nilai $\{N_i\}$, $i = 0,1,2,\dots,K+1$ dengan kondisi :

$$N_0 = (\text{jumlah dari } x \text{ sehingga } x \leq d_0)$$

$$N_1 = (\text{jumlah dari } x \text{ sehingga } d_0 < x \leq d_1)$$

$$N_k = (\text{jumlah dari } x \text{ sehingga } d_{k-1} < x \leq d_k)$$

$$N_{K+1} = (\text{jumlah dari } x \text{ sehingga } x > d_K)$$

Prosedur ini akan mengurutkan N nilai data sehingga sederetan $\{N_i\}$ dapat dinyatakan sebagai

$$N = \sum_{i=0}^{K+1} N_i \quad (3-27)$$

salah satu metode yang dilakukan untuk mengurutkan data dalam komputer digital adalah mencari nilai untuk setiap x_n , $n = 1,2,\dots,N$ yaitu

1. Jika $x_n \leq a$ tambahkan integer 1 ke N_0 .
2. Jika $a < x_n \leq b$, menghitung $I = (x_n - a)/W$, kemudian memilih I sebagai integer terbesar lebih kecil atau sama dengan dan menambahkan integer 1 ke N_i .
3. Jika $x_n > b$, menambahkan 1 ke N_{K+1} .

Keempat bentuk output dari $\{N_i\}$ dapat dipakai, output pertama merupakan histogram yang memiliki sederetan $\{N_i\}$ tanpa perubahan. Output kedua merupakan

persentase sampel dari data dalam tiap kelompok interval yang didefinisikan untuk $l = 0, 1, 2, \dots, K+1$ dengan persamaan

$$P_l = \text{prob}[d_{l-1} < x \leq d_l] = \frac{N_l}{N} \quad (3-28)$$

Output ketiga merupakan sederetan kerapatan probabilitas sampel $\{P_l\}$ yang didefinisikan sebagai titik tengah dari K kelas interval dalam $[a, b]$ dengan

$$P_l = \frac{P_l}{W} = \left(\frac{N_l}{N} \right) \left(\frac{K}{b-a} \right) \quad l = 1, 2, \dots, K \quad (3-29)$$

Output keempat merupakan sederetan distribusi probabilitas sampel $\{P(i)\}$ didefinisikan pada titik akhir kelompok interval dimana $l = 0, 1, 2, \dots, K+1$ dengan

$$P(i) = \text{Pr ob}[-\infty < x \leq d_i] = \sum_{j=0}^i P_j = W \sum_{j=0}^i P_j \quad (3-30)$$

3.3. LINGKUNGAN DAN KOMPLEKSITAS PERALATAN

Sistem data akuisisi secara umum dapat dibagi dalam dua kategori dasar yaitu

1. Sistem data akuisisi dalam lingkungan ideal (laboratorium)
2. Sistem data akuisisi yang dirancang untuk lingkungan khusus, misal pabrik dan instalasi-instalasi pengendalian jarak jauh.

Didalam kedua lingkungan tersebut, Sistem data akuisisi haruslah mampu mengambil informasi yang dibutuhkan dan memisahkannya dari noise dilingkungan tersebut.

Sistem data akuisisi yang dirancang untuk lingkungan khusus biasanya membutuhkan komponen dengan jangka operasi yang panjang, perlindungan terhadap noise yang tinggi, adanya konversi disisi deteksi serta adanya sistem *redundant* untuk bagian-bagian yang kritis. Sistem data akuisisi dilingkungan ideal (laboratorium) dituntut untuk mempunyai perubahan temperatur yang relatif kecil dan noise rata-rata yang rendah, sehingga lebih mudah untuk dibuat dan dikomunikasikan

ke bagian pengolah data, akan tetapi biasanya untuk keperluan laboratorium sangat diperlukan resolusi atau akurasi yang tinggi serta membutuhkan komponen-komponen yang sangat sensitif untuk menaikkan harga perbandingan sinyal dan noise (S/N).

Pada pengukuran noise dalam lintasan propagasi, dimana tipe data akuisisi untuk tujuan ini termasuk jenis ideal maka peralatan sistem data akuisisi yang direncanakan harus mampu memisahkan noise propagasi sebagai sinyal yang diinginkan dengan man-made noise (misal noise yang berasal dari catu daya).

3.3.1. FAKTOR-FAKTOR PERENCANAAN SISTEM DATA AKUISISI

Secara umum banyak hal yang harus dipikirkan dalam merencanakan sistem data akuisisi, misal komponen harus kecil, berdaya rendah, bernoise rendah, menggunakan ADC beresolusi tinggi dan sebagainya. Akan tetapi secara singkat pemilihan konfigurasi dan blok-blok fungsional dalam data akuisisi sangat tergantung pada beberapa hal diantaranya:

1. Resolusi dan akurasi
2. Jumlah kanal analog yang harus dimonitor
3. Kecepatan sampling perkanal
4. Troughput rate
5. Kebutuhan untuk signal conditioning
6. Fungsi harga

Disamping adanya pertimbangan pemilihan komponen untuk tiap bagian (level), analisa yang cermat dari keenam faktor diatas diperlukan untuk menemukan konfigurasi yang paling andal dan murah. Konfigurasi-konfigurasi yang biasa digunakan adalah:

1. Konfigurasi dengan kemampuan single channel
 - Direct conversion

- Preamplification and direct conversion
 - Sample hold and conversion
 - Preamplification, sample-hold and conversion
 - Preamplification, signal conditioning and conversion
2. Konfigurasi dengan kemampuan Multi channel
 - Multiplexing output dari konverter kanal tunggal
 - Multiplexing output dari sample hold
 - Multiplexing input dari sample hold
 - multiplexing low level data

Cara signal conditioning dapat dilakukan dengan memilih satu dari beberapa cara yaitu

1. Ratiometric conversion
2. Wide-dynamic range options
 - High-resolution conversion
 - Range biasing
 - Automatic gain switching
 - Logarithmic compression (dalam PCM)
3. Noise reduction option
 - Filtering
 - Integrating converters
 - Digital processing (FIR, IIR)

Pada akhirnya ada tiga hal yang harus dievaluasi didalam merencanakan sebuah sistem data akuisisi, yaitu cost budget (anggaran biaya), system time budget (kebutuhan kecepatan proses) dan error budget (besar kesalahan yang masih dapat diterima).

3.3.2. TRANSDUCER

Transducer merupakan komponen yang berfungsi untuk merubah besaran non listrik ke besaran listrik atau dari satu besaran listrik ke besaran listrik yang lain. Transducer yang digunakan dalam data akuisisi sangat tergantung pada sistem yang dimonitor atau jenis data yang akan diolah. Beberapa jenis transducer yang biasa digunakan adalah : transducer temperatur, tekanan, posisi, optik dan sebagainya.

Pada sistem komunikasi radio atau sistem remote (jarak jauh), besaran-besaran yang dideteksi cenderung tidak dapat diperoleh secara langsung dan harus dikonversikan ke bentuk lain dengan pendekatan matematis.

3.3.3. FILTER

Aplikasi filter pada sistem data akuisisi mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. Memisahkan sinyal yang diinginkan dengan sinyal-sinyal pengganggu.
2. Pengkondisian sinyal sebelum disampling, sebagai contoh adalah Anti aliasing filter
3. Perbaikan sinyal hasil sampling

Pemisahan sinyal dari sinyal lain yang tidak diinginkan dapat menggunakan match filter. Match filter merupakan filter yang dirancang khusus dengan daerah kerja pada frekuensi tertentu. Contoh dari filter ini adalah penerima radio yang diset pada frekuensi tertentu.

Aplikasi filter dalam pengkondisian sinyal sebelum proses sampling dapat dilihat pada Anti aliasing filter pada PCM encoder. Berdasarkan teorema sampling (Niquist), kecepatan sampling minimum harus dua kali (2X) bandwidth sinyal yang disampling, atau dengan kata lain maksimum sinyal input yang boleh memasuki sistem akuisisi data harus mempunyai bandwidth lebih kecil dari separuh ($1/2$) kecepatan

sampling per detik (dengan asumsi kecepatan sampling konstan), pada proses inilah diperlukan anti aliasing filter, sebagai contoh pada PCM encoder digunakan anti aliasing filter dengan bandwidth 3400 Hz, pada kecepatan sampling 8000 sample/detik. Aplikasi lainnya, filter digunakan untuk memperbaiki sinyal termasuk atenuasi dan amplifikasi.

Dari semua jenis filter yang digunakan, yang paling penting diperhatikan dalam perencanaan adalah :

1. Frekuensi yang difilter
2. Kecuraman filter (dB/Octave)
3. Atenuasi dan Amplifikasi dari filter
4. Akurasi dan adjustabilitas
5. Perlu tidaknya pemakaian proteksi tegangan
6. Faktor kualitas Q

3.3.4. SAMPLE AND HOLD

Sampling merupakan kunci dari sistem data akuisisi real-time. Hal ini disebabkan ketidakmungkinan untuk memperoleh seluruh sinyal input sepanjang waktu. Sistem data akuisisi memerlukan waktu untuk pengolahan dan memberikan umpan balik jika perlu, sehingga harus dilakukan proses pencuplikan. Pencuplikan (sampling) diakui jika data hasil sampling secara statistik mewakili perilaku seluruh sinyal.

3.3.4.1. Sample

Dari sub bab di depan dijelaskan bahwa kecepatan sampling minimum adalah dua kali frekuensi sinyal, hal ini sering disebut dengan pemetikan tak sering yang sesuai dengan aturan Niquist.

3.3.4.2. Sample and Hold

Sample and hold digunakan dengan tujuan agar masukan analog ke ADC stabil selama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan konversi ke digital. Secara perangkat keras, alat sample and hold akan mensampling masukan analog dan menahan sampai pemetikan masukan berikutnya. Alat tersebut menahan hasil petikan pada kapasitor berkualitas tinggi dan disangga (dibuffer) oleh sebuah penguat operasional.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat sample and hold adalah

1. Kecepatan disesuaikan dengan bandwidth sinyal
2. Impedansi saat ON
3. Adanya transient saat switching
4. Kerugian daya (power dissipasi) pada switch
5. Harga

3.3.4.3. Pencuplikan Multi Kanal

Apabila digunakan teknik *multiplexing input of sample-hold*, maka diperlukan adanya analog multiplexer. Analog multiplexer merupakan gabungan dari beberapa switch, agar diperoleh hasil yang optimum, kecepatan dari switch harus merupakan kelipatan kecepatan sampling dari masing-masing kanal.

Apabila dipakai analog multiplek sebelum sample-hold, maka diperlukan pengalamatan untuk tiap kanal atau sinkronisasi *start and stop conversion* sehingga data masing-masing kanal tidak bercampur. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pencuplikan multi kanal adalah

1. Offset dan Leakage current
2. Settling time

3. Parasitic capacitance and slew rate
4. Pemakaian high speed Amplifier

3.3.5. ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

Dilihat dari kondisi masukannya, konversi dari analog ke digital dapat dibagi menjadi beberapa bagian

3.3.5.1. Konversi Kanal Tunggal

Proses konversi dari analog ke digital dengan input sinyal langsung di konversikan ke output digital, terdapat beberapa tipe proses diantaranya:

a. Konversi Langsung

Proses ini terdiri dari sebuah A/D konverter yang melakukan fungsi yang berulang-ulang untuk satu sinyal input. Yang paling sering menggunakan konversi jenis ini adalah digital panel meter dan display. Data-data yang ditampilkan adalah digital kode word, over range indication, informasi polaritas dan status output (valid atau tidak).

Ciri dari tipe ADC ini adalah kecepatan maksimum perubahan sinyal input rata-rata pada resolusi penuh dan kecepatan konversi dinyatakan dengan :

$$\left. \frac{dV}{dt} \right|_{\max} = 2^n V_{FS} / T_{convert} \quad (3-31)$$

Apabila $V_{FS} = 10 \text{ V}$, $n = 11$ (resolusi $1/2048$) dan waktu konversi $T_{convert} = 0,1 \text{ detik}$, maka maksimum perubahan input yang diperbolehkan adalah $0,05 \text{ V/detik}$ atau maksimum sinyal yang dapat dikonversikan adalah 5 Hz .²

² Adi Suryanto, A. Affandi, Endroyono, *Perencanaan ADC untuk akuisisi data pada pengukuran karakteristik propagasi*, Laporan penelitian, ITS 1992, hal.39.

b. Preamplification dan Konversi Langsung

Untuk mengatasi keterbatasan diatas biasanya dilakukan pre-amplifikasi sebelum konversi. Hal ini bertujuan untuk melakukan pemrosesan awal pada sinyal seperti linear scaling (pengalian dan pembagian), ratio logaritmik, pengakaran, penjumlahan dan pengurangan menggunakan amplifier operasional (Op-Amp). Perkalian dan pembagian dapat dilakukan secara perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan mikroprosesor ditahap selanjutnya.

c. Sample Hold dan Konversi

Selain cara pre-amplifikasi untuk mengurangi kerugian sinyal selama konversi maka dilakukan penahanan sinyal dalam sebuah kapasitor ideal yang disebut holding. Dengan cara ini keperluan laju konversi yang tinggi dapat sedikit dikurangi, karena pada dasarnya kerugian selama proses menjadi kecil. Sebagai contoh, dengan frekuensi sample $f = 100 \text{ KHz}$, $VFS = 10 \text{ V}$ dan waktu konversi $t_{apu} = 3 \text{ ndetik}$, maka dengan persamaan

$$\left. \frac{dV^*}{dt} \right|_{\text{max}} = 2^{-n} V_{FS} / t_{apu} \quad (3-32)$$

diperoleh perubahan maksimum yang diperbolehkan $1,67 \text{ V} / \mu\text{s}$. Akan tetapi juga harus diperhitungkan faktor slew rate dari peralatan sample-hold yang digunakan.

3.3.5.2. Konversi Multi Kanal

Dalam sistem konversi multi kanal, elemen dari rantai akuisisi akan digunakan oleh satu atau lebih sinyal input (analog atau digital).

a. Multiplexing Output Konversi Kanal Tunggal

Dengan anggapan bahwa lebih mudah melakukan konversi kanal-tunggal (karena distribusi sinyalnya berbeda-beda) dan untuk mempermudah time sharing

maka digunakan multiplexing digital dari beberapa output ADC. Apabila sifat variabilitas data yang masuk sangat variatif, maka cara inilah yang paling sesuai, sebagai contoh sinyal input ini bisa berasal dari berbagai transducer seperti strain-gauges, thermometer couples, thermistor dan sebagainya yang masing-masing mempunyai jangka waktu operasi yang berbeda.

b. Multiplexing Input ADC

Multiplexing input ADC sering disebut pula dengan low level multiplexing yaitu input dari ADC merupakan hasil multipleks beberapa kanal yang berbeda. Keunggulan dari sistem ini adalah hanya memerlukan satu ADC yang cukup cepat untuk seluruh kanal yang dikonversikan, tetapi banyak kendala yang harus dipikirkan dalam aplikasinya yaitu

1. Perlu mempertimbangkan munculnya kapasitansi liar (C_{DSO}) antar kanal, hal ini akan mengakibatkan perubahan bentuk sinyal input.
2. Kemungkinan adanya cakap-silang antar kanal (*crosstalk*) sehingga perlu pertimbangan guard band antar kanal.
3. Perlu mekanisme signal conditioning yang lebih kompleks dan presisi, yang meliputi dinamic range dan ketahanan terhadap noise yang baik.

3.3.6. MIKROPROSESSOR DAN KOMPUTER

Dikarenakan sistem data akuisisi bertujuan untuk mengumpulkan data, mengolah dan menampilkan hasilnya, maka lebih menguntungkan apabila menggunakan komputer dibandingkan merancang minimum sistem mikroprosesor. Hal itu terjadi karena memori dan program komputer lebih mudah dikembangkan disesuaikan dengan jenis data dan ADC yang digunakan serta aplikasi pengolahan dan display.

Dalam menghubungkan ADC dengan mikroprosessor, paling tidak harus memperhatikan hal-hal berikut:

1. Pengenalan sinyal-sinyal pengendali, misal SC (start conversion), EOC (end of conversion, busy, overrange dan sebagainya).
2. Penyesuaian resolusi bit dari ADC dengan data bus mikroprosessor. Misal apabila ADC mempunyai resolusi 13 bit dan data bus 8 bit, maka harus dilakukan pengenalan dan pengendalian word yang menyatakan bahwa 5 bit berikutnya adalah lanjutan dari bit sebelumnya.
3. Untuk menghubungkan ADC dengan bus diperlukan tri-state I/O dan buffer.
4. Teknik multipleks output ADC kanal tunggal dapat diaplikasikan langsung dengan cara pemasangan dekoder sebagai multipleks.

3.4. PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND

Pengukuran propagasi sinyal pada frekuensi ka-band dilakukan untuk memperoleh sifat statistik dari redaman lintasan pada suatu lokasi tertentu yang berupa redaman hujan, redaman awan dan penyerapan gas atmosfer dimana hal ini dipakai pada perencanaan komunikasi serta untuk mendapatkan beberapa model prediksi redaman. Pengukuran ini menghasilkan data propagasi yang terkumpul selama lebih dari dua tahun. Pada pengukuran propagasi Ka band untuk komunikasi satelit, pengukuran dilakukan dengan mengukur redaman sinyal yang dipancarkan oleh beacon suatu satelit pada frekuensi ka band dengan memakai penerima beacon. Di samping itu dipakai pula radiometer, radiometer dipakai untuk menentukan level acuan dari sinyal beacon yang dipakai untuk menghitung besarnya redaman atmosfer (oksigen dan uap air).³ Perubahan yang cepat dari level

³ Robert K. Crane, X. Wang, D.B. Westenhaver, W.J. Vogel, **ACTS Propagation Experiment : Experiment Design, calibration and Data Preparation and Archival**, Proceeding of IEEE, Vol. 85, No.6, Juni 1997, hal. 863.



GAMBAR 3.8.
SASARAN PENGUKURAN PROPAGASI PADA SATELIT

sinyal dihasilkan karena redaman hujan dan redaman awan serta oleh perubahan indeks refraksi sepanjang lintasan. Redaman sinyal ini juga disebabkan oleh air yang terdapat pada permukaan antena dan pada antena feed window sehingga sistem penerima yang ada harus didesain untuk dapat mengamati perubahan sinyal yang dikarenakan oleh beberapa faktor tersebut. Pada terminal pengukur propagasi Ka band terdapat komputer yang berfungsi untuk mengontrol penerima beacon dan radiometer yang ditempatkan dalam satu tempat. Penerima beacon didesain untuk dioperasikan secara terus-menerus dengan periode kalibrasi tertentu. Pengukuran propagasi pada komunikasi terrestrial mempunyai kesamaan dengan pengukuran propagasi untuk komunikasi satelit, hal yang membedakan adalah pada pengukuran propagasi satelit dipakai sistem penerima beacon.

3.4.1. KOMPONEN PENGUKUR PROPAGASI

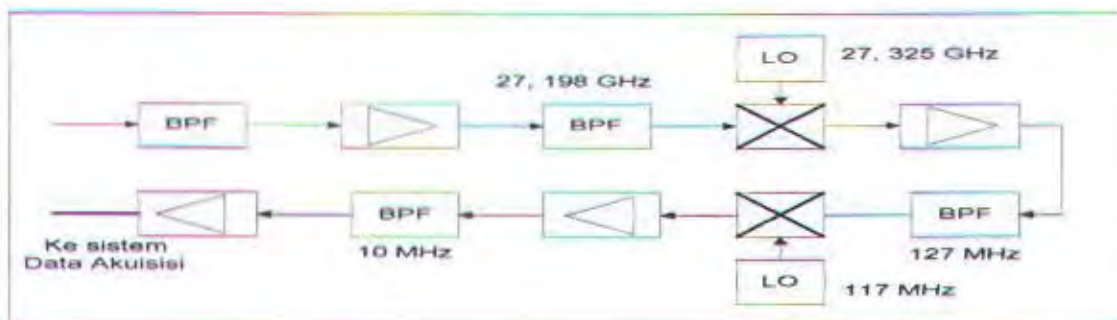
Pada pengukuran propagasi terdapat beberapa peralatan (equipment) yang dipakai untuk mendapatkan data propagasi. Peralatan yang dipakai pada pengukuran propagasi ka band untuk komunikasi satelit mempunyai kesamaan dengan pengukuran propagasi pada sistem terrestrial, hal yang membedakan adalah pada komunikasi satelit dipakai sistem penerima beacon sedangkan pada sistem terrestrial dipakai penerima terrestrial.

3.4.1.1. Sistem Penerima Beacon

Penerima beacon berfungsi untuk menerima sinyal beacon yang dikirimkan oleh satelit, sinyal yang dipancarkan ini akan mengalami redaman sepanjang lintasan propagasinya sehingga setelah sinyal diterima oleh penerima maka pada pengukuran propagasi besarnya redaman yang dialami oleh sinyal tersebut dapat dicari.

a. Konfigurasi Penerima Beacon

Penerima beacon yang beroperasi pada band frekuensi ka terdiri dari beberapa sub bagian, seperti yang terlihat pada gambar 3.9 dibawah. Sinyal beacon dari satelit (untuk frekuensi 27,198 GHz) yang diterima oleh antena parabola dilewatkan suatu band pass filter (BPF), karena daya sinyal ini sangat kecil kemudian sinyal ini diperkuat oleh suatu penguat noise rendah (low noise amplifier), dan setelah itu

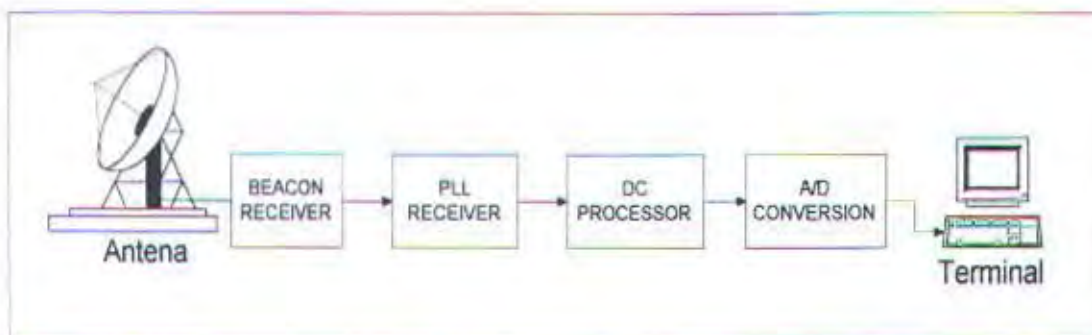


GAMBAR 3.9.
DIAGRAM PENERIMA BEACON KA BAND

dilewatkan suatu BPF kedua, output ini dicampur dengan output oscilator lokal pada frekuensi 27,325 GHz. Hasil output pencampur (mixer) ini berupa sinyal frekuensi antara (IF) kesatu dengan frekuensi 127 MHz. Untuk mengetahui keberadaan sinyal beacon dan membatasi bandwidth sinyal maka digunakan suatu penerima Phase Lock Loop (PLL) dengan lebar pita deteksi sebesar 10 MHz, seperti yang terlihat pada gambar 3.10 dibawah. Lebar pita 10 MHz ini diperoleh dengan mencampur sinyal frekuensi antara 127 MHz dengan oscilator lain pada frekuensi 117 MHz. PLL mengeluarkan sinyal DC yang berharga "1" bila sinyal beacon diterima (kondisi even) dan "0" bila sinyal beacon tidak diterima (kondisi un-lock). Sebelum data dari PLL disampling oleh sistem akuisisi data diperlukan penyesuaian level (level adjusting) dengan memperkuat pada level yang sesuai, pengkondisian sinyal dan pembatasan band sebelum proses digitalisasi dengan menggunakan DC processor. Agar diperoleh data yang akurat, diperlukan perhitungan lintasan dan redaman yang tepat untuk menentukan jangkauan dinamis sistem penerima, daya minimum yang dapat diterima oleh antenna dan noise maksimum sistem.

b. Kalibrasi Beacon

Ketentuan kesalahan pengukuran redaman yang sangat kecil (biasanya lebih kecil dari 0,5 dB) akan memerlukan kalibrasi sistem penerima beacon dalam



GAMBAR 3.10.
KONFIGURASI PENERIMA BEACON

menerima daya yang dipancarkan oleh satelit⁴. Kalibrasi dari beacon dilakukan untuk menentukan level sinyal beacon tanpa redaman, yang dipakai untuk menentukan level acuan pada saat tingkat redaman mencapai harga yang tinggi. Karena redaman dihasilkan pula sebagai akibat kelembaban antena, maka prosedur kalibrasi sebaiknya dilakukan pada saat permukaan antena lembab. Pemakaian prediksi level acuan hasil kalibrasi beacon akan memberikan perkiraan redaman beacon yang mendekati dengan perkiraan redaman yang dihasilkan radiometer pada saat terjadinya hujan, sehingga redaman yang dihasilkan beacon ini dapat dipakai sebagai level acuan yang tepat pada saat radiometer tidak dapat memperkirakan besarnya redaman yang tepat.

3.4.1.2. Radiometer

Radiometer merupakan penerima yang dirancang khusus untuk mengukur noise. Daya noise yang diterima merupakan jumlah dari noise yang diterima oleh antena dan noise yang dibangkitkan oleh sistem penerima. Berdasarkan proses pengukuran, noise antena dibangkitkan oleh obyek yang diamati pada arah main beam serta noise yang diterima oleh sidelobe antena dari sumber yang tak diinginkan, seperti thermal noise dari antena itu sendiri yang berupa rugi-rugi Ohmic. Dalam kasus radiometer yang dipakai pada pengukuran propagasi maka obyek yang diamati adalah atmosfer yang berupa awan dan hujan. Perpindahan suhu umumnya dikarakteristikan dengan noise temperatur dari sumber, sedangkan brightness temperatur dari atmosfer pada main beam dinyatakan dengan " *Sky Noise Temperature* " (T_s) K. Langkah pertama dalam memperoleh harga (T_s) adalah

⁴ *ibid*, hal. 866.

dengan memperkirakan noise temperatur antenna pada pengukuran daya output penerima yaitu :

$$P_{OUT} = kBG(T_a + T_{rec}) = kBG T_{Sys} \quad (\text{Watt}) \quad (3-33)$$

dimana :

k = konstanta Boltzmann's ($1,38 \times 10^{-23}$ watt/Hz.K)

B = bandwidth (IF) noise dari penerima (Hz)

G = gain total penerima

T_a = temperatur antenna radiometer (K)

T_{rec} = temperatur penerima (K)

Perbedaan type dari radiometer yang digunakan akan memberikan perbedaan dalam metode mendapatkan noise penerima (T_{rec}) K. Pada umumnya semua tipe radiometer melakukan kalibrasi gain dan temperatur noise penerima dengan menginjeksikan sumber noise yang diketahui pada penerima atau input antenna, dan umumnya ini dilakukan dengan sumber noise yang dikenal dengan "hot load" dari 300 K sampai 330 K dan "cold load" yang didinginkan dengan nitrogen cair pada 78 K, Akurasi terbaik dari kalibrasi cold load adalah ± 1 K.⁵

a. Tipe-Tipe Radiometer

Tipe-tipe radiometer yang biasa dipakai pada pengukuran propagasi diantaranya adalah:

1. Total Power Radiometer

Jenis ini merupakan tipe radiometer yang paling sering dipakai. Secara dasar tipe ini memiliki kelebihan dalam hal memprediksi bandwidth (IF), yang diikuti oleh

⁵ G. Brussaard, A. Hornbostel, J. Lavergant, C. Mallet, *Radiometry and Meteorological Measurements Reference Book Chapter 3*, OPEX, hal. 28.

square law detector, penguat video dan integrator. Output tegangan yang dihasilkan dapat dinyatakan sebagai :

$$V_{OUT} = cBG(T_a + T_{rec}) \quad (\text{Volt}) \quad (3-34)$$

dimana konstanta pembanding c termasuk sensitivitas tegangan dari dioda detector. Sensitivitas total radiometer didefinisikan sebagai perubahan minimum dari T_{sys} yang menghasilkan perubahan yang dapat dideteksi dalam tegangan output radiometer, umumnya perubahan yang terdeteksi ini dinyatakan dengan standard deviasi pada level DC dari tegangan output. Untuk total radiometer sensitivitasnya dinyatakan sebagai:

$$\Delta T = \frac{T_a + T_{rec}}{\sqrt{B\tau}} \quad (\text{K}) \quad (3-35)$$

dimana τ merupakan waktu integrasi dari integrator. Adanya perubahan gain maka akan menurunkan performansi dari sistem sehingga stabilisasi gain harus didesain pada tipe ini. Karena perubahan temperatur dalam amplifier dan rangkaian detector utamanya dikarenakan perubahan gain, maka perlu dipakai penstabil yang tinggi.

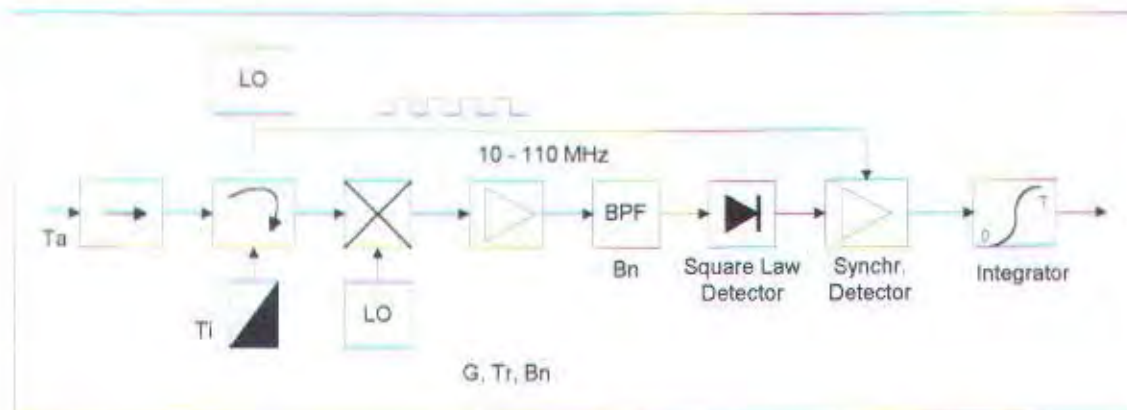
2. Dicke Radiometer

Pada tipe radiometer ini perubahan gain diperkecil dengan menaikkan sensitivitas dan radiometer. Input dari radiometer diswitch antara antenna dan beban pada temperatur terbaik yang telah ditentukan sebelumnya. Output detector diswitch secara sinkron antara dua input dari penguat video dan integrator. Jika frekuensi switching lebih besar dibandingkan kebalikan dari output tegangan yang dihasilkan oleh integrator (sebanding dengan perbedaan antara temperatur noise dari beban dan antenna) maka Laju switching harus cukup tinggi untuk memperkecil fluktuasi gain selama periode satu switch cycle. Kestabilan dan kesimetrian bentuk gelombang

switching merupakan hal yang penting pada tipe radiometer ini. Sensitivitas dari Dicke radiometer dinyatakan dengan :

$$\Delta T = \sqrt{\frac{2T_a + T_{rec}^2 + 2T_r + T_{rec}^2}{B\tau} + \frac{\Delta G^2}{G} T_a + T_r^2} \quad (K) \quad (3-36)$$

dimana T_r merupakan temperatur referensi beban. Perubahan gain dapat diperkecil tetapi tidak di hilangkan kecuali jika sinyal referensi T_r sama dengan sinyal terukur T_a .



GAMBAR 3.11.
DIAGRAM DICKE RADIOMETER

Dicke radiometer mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah tersedianya sistem pengendalian temperatur, sehingga temperatur rangkaian penerima dapat dijaga konstan, temperatur rangkaian penerima yang konstan akan membuat kestabilan sistem terjaga. Pada tipe dicke radiometer, Dicke switch berfungsi melakukan pengubahan arah noise temperatur antenna (T_a) dan noise referensi T_i setiap mili detik dengan menggunakan clock pada frekuensi tertentu. Gambar tipe dicke radiometer dapat dilihat pada gambar 3.11. diatas. Hasil pengambilan data dengan menggunakan lokal osilator diturunkan frekuensinya hingga 10-110 MHz untuk dideteksi. Deteksi dilakukan oleh square law detector dan selalu disinkronisasikan terhadap clock. Dari pulsa output detektor akan diperoleh daya setelah dilewatkan integrator.

Contoh dari karakteristik suatu terminal pengukur propagasi Ka band dapat dilihat pada tabel dibawah :

TABEL 3.1.
CONTOH KARAKTERISTIK TERMINAL PENGUKUR PROPAGASI KA BAND⁶

PERANGKAT	KARAKTERISTIK
Antena	1,2 meter dengan reflector offset
Radiometer	<ul style="list-style-type: none"> -Tipe total power radiometer -Bandwidth 100 MHz -Kalibrasi secara periodik setiap 15 menit dengan noise injection -Noise temperatur penerima sebesar 1500 K (nominal) -Akurasi sebesar 6 K rms dengan integrasi waktu 1 detik -Pengukuran error relatif terhadap nilai teoritis dari data balon radiosonde sebesar 4 K rms -Kesalahan perkiraan redaman dibawah kondisi clear sky lebih kecil dari 0,3 dB
Penerima Beacon	<ul style="list-style-type: none"> -Digital dengan memakai cascade FFTs -Frekuensi tracking -Deteksi bandwidth sebesar 1 Hz -Dibutuhkan waktu kurang dari 3 detik untuk proses reacquire setelah terjadinya loss sinyal -Akurasi pengukuran sebesar 0,1 dB -Range dinamik 20 dB (nominal)
Pengumpulan data	<ul style="list-style-type: none"> -1 sampel perdetik pada perekaman standar -Terdapat mode perekaman dengan 20 sampel perdetik -Mampu mengumpulkan data berdasar waktu (tahun, bulan, hari, jam, menit, detik) -Level sinyal beacon mempunyai acuan yang acak (dB) -Mampu menentukan redaman radiometer -Mampu memberikan informasi status sistem penerima -Mampu memberikan informasi cuaca pada terminal
Preprocessing	<ul style="list-style-type: none"> -Mampu menentukan level referensi beacon secara otomatis -Kesalahan perkiraan redaman lebih kecil dari 0.3 dB -Mampu menentukan interval fade durasi dan inter-fade durasi -Mampu membuat histogram redaman -Menghasilkan data redaman terkalibrasi untuk analisa time series -Menghasilkan data rata-rata satu menit untuk analisa spreadsheet.

⁶ Robert K. Crane, X.E. Wang, D.B. Westenhaver, W.J. Vogel, Op.cit. hal. 864.

3. Noise-Injection Radiometer

Tipe ini merupakan jenis dicke radiometer yang memiliki kontrol loop feedback jumlah noise yang diinjeksikan pad port input penerima dan sistem perubahan gain ditiadakan. Loop feedback akan membuat temperatur noise input (noise antenna ditambah noise yang diinjeksikan) sama dengan temperatur noise referensi. Sinyal feedback itu sendiri merupakan output sinyal untuk radiometer (tegangan output penerima sama dengan nol). Control dari noise terinjeksi dapat dilakukan dengan mengubah redaman dari sumber noise aktif atau dengan modulasi frekuensi pulsa atau lebar pulsa dari power supply dari sumber. Akurasi dari kalibrasi kontrol ini akan menentukan akurasi radiometer keseluruhan. Besarnya noise yang diinjeksikan ke radiometer dapat dinyatakan

$$\Delta T = \frac{2T_a + T_{rec}}{\sqrt{B\tau}} \quad (3-37)$$

4. Tipe Radiometer lain.

Keseimbangan input dari dicke radiometer dapat dilakukan dengan switching IF gain dari penerima yang disinkronkan dengan RF switch. Loop feedback kemudian mengontrol satu dari dua nilai gain untuk mendapatkan output yang bernilai nol dan sinyal feedback akan mengukur temperatur antenna. Tipe Gain Balancing radiometer ini ekuivalen dengan tipe noise injection radiometer.

3.4.1.3. Rain Meter

Pengukuran karakteristik curah hujan pada suatu daerah dapat dilakukan dengan memakai alat ukur hujan yang dinamakan rain gauge. Terdapat beberapa tipe rain gauge diantaranya Tipping Bucket rain gauge, Drop counter rain gauge, universal weighing gauge dan capacitor rain gauge. Pada tipe Tipping bucket, tipe ini bekerja berdasarkan konsep penimbangan dengan mengukur tetesan air hujan sebesar 0,5-2

mm per tipping dengan diameter cerobong 20 cm. Pemakaian tipe ini dipakai untuk mengukur curah hujan yang cukup deras sehingga tipe tipping bucket sesuai untuk mengukur curah hujan di daerah tropis khususnya Indonesia.

Tipe drop counter bekerja berdasarkan perhitungan jumlah tetesan hujan yang jatuh, yang mengukur 0,0083 mm curah hujan per tetes air dengan diameter cerobong 20 cm, sehingga tipe ini tidak akurat untuk menentukan jumlah tetesan hujan pada saat hujan yang deras. Tipe lainnya adalah capacitor rain gauge, bekerja dengan memperkirakan air hujan yang terkumpul pada cerobong dengan interval waktu 10 detik dengan mengetahui perubahan kapasitansi yang dihasilkan oleh perubahan ketinggian air yang terkumpul pada cerobong dari gauge maka intensitas hujan dapat diketahui.

Untuk penelitian propagasi yang memanfaatkan sistem data akuisisi, output rain gauge ini akan disampling dan besar hujan per satuan waktu dihitung kuantitasnya. Hasil perhitungan ini dimanfaatkan untuk perhitungan korelasi antara curah hujan dengan karakteristik propagasi yang diukur pada band ka. Hal yang perlu diperhatikan pada pengukuran laju hujan ini adalah penentuan waktu integrasi pengukuran curah hujan, disarankan sebesar satu menit (data disampling setiap satu menit) karena hampir semua metode prediksi redaman hujan memakai data laju hujan satu menit dalam menentukan redaman hujan serta pengaruh dari penentuan waktu integrasi sangat penting dalam mengukur nilai statistik laju hujan kumulatif (berhubungan dengan nilai statistik redaman kumulatif) dan pengukuran durasi laju hujan (berhubungan dengan fade durasi redaman).

3.4.2. PARAMETER-PARAMETER HASIL PENGUKURAN PROPAGASI

Suatu pengukuran propagasi bertujuan untuk mencari parameter-parameter karakteristik propagasi sinyal pada suatu lintasan tertentu. Parameter-parameter

tersebut digunakan untuk mengetahui besaran-besaran lain yang dilakukan pada proses pengolahan data hasil pengukuran propagasi. Parameter-parameter pengukuran propagasi yang biasa dihasilkan pada pengukuran propagasi diantaranya adalah:

3.4.2.1. Pengukuran Brightness Temperatur

Radiometer bekerja berdasarkan fakta adanya hubungan antara daya serap media dan perambatan radiasi panas. Temperatur antenna T_a yang diukur pada sisi output dari antenna sebanding dengan temperatur dari radiasi noise yang ditangkap antenna (T_{inp}):

$$T_a = \frac{1}{a_f} T_{inp} + \left(1 - \frac{1}{a_f}\right) T_f \quad (K) \quad (3-38)$$

dimana :

a_f = redaman media (K)

T_f = temperatur media dari sistem pencatuan (K).

T_{inp} = harga rata-rata brightness temperatur pada input antenna.

Harga rata-rata brightness temperatur dipengaruhi juga oleh pola radiasi antenna. Secara ideal pencil-beam antenna hanya akan menerima radiasi dari main beam, akan tetapi pada kenyataannya antenna menerima radiasi (yang tidak dikehendaki) dari berbagai arah. Model sederhana yang biasa dipakai adalah pencil beam dengan pola radiasi sidelobe isotropik.

Effeciensi beam h didefinisikan sebagai jumlah daya radiasi total yang terdapat pada arah pancar utama (main beam) dan jika η merupakan effesiensi antenna maka :

$$h = \eta + \frac{1}{2}(1 - \eta) = \frac{1}{2}(1 + \eta) \quad (3-39)$$



nilai h ini berkisar 0,95 untuk antena parabola dengan kualitas baik pada frekuensi 12-30 GHz.⁷ Hubungan antara sky noise temperature T_{sky} dan incident temperature T_{inp} (brightness temperatur pada sisi input antena) diberikan oleh :

$$T_{inp} = hT_{sky} + (1-h)T_g \quad (K) \quad (3-40)$$

dimana :

T_g = temperatur ground (K)

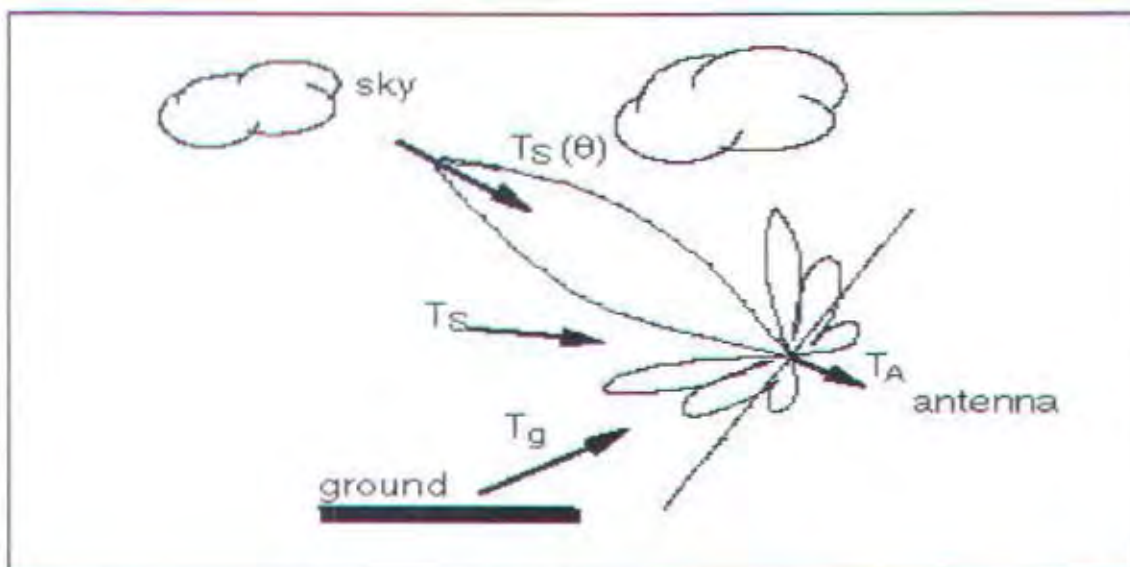
T_{sky} = sky noise temperatur (K)

T_{inp} = temperatur antena pada sisi input (K)

h = effisiensi beam (spillover)

η = effisiensi antena

Harga T_g tidak termasuk pada temperatur media akan tetapi pengaruh dari scattering dan pemantulan permukaan tanah dan daerah sekitarnya (pepohonan, gedung) dari radiometer.



GAMBAR 3.12.
PENGARUH KONDISI LINGKUNGAN PADA TEMPERATUR ANTENA

⁷ G. Brussard, A. Hornbostel, J. Lavergnat, C. Mallet, Op.cit., hal.66.

$$T_g = T_{sp} + e_g \cdot T \quad (K) \quad (3-41)$$

dimana T_{sp} merupakan temperatur pada sisi sidelobe dari semua sumber yang mempunyai harga 10-70 K, e_g merupakan emisivitas dari ground dengan harga 0,5 dan K adalah ambient temperatur.⁸ Diasumsikan nilai untuk T_g antara 240-260 K.⁹

3.4.2.2. Pengukuran Redaman

Nilai redaman sinyal pada pengoperasian untuk frekuensi Ka band akan memberikan redaman yang lebih besar dibandingkan dengan band frekuensi dibawahnya. Berdasarkan Rekomendasi ITU-R Pn.311-7, nilai redaman yang dicari pada pengukuran propagasi meliputi :

1. Sistem Terrestrial line of sight, meliputi:
 - Line of sight rain attenuation
 - Line of sight clear sky Co-polar attenuation
 - Line of sight Co-polar attenuation due to precipitation
2. Sistem Lintasan Satelit, meliputi :
 - Slant path annual rain attenuation
 - Slant path worst-month rain attenuation
 - Slant path Co-polar attenuation

Secara umum harga dari hasil pengukuran redaman dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori diantaranya:

a. Redaman ruang bebas (Attenuation with respect to free space/AFS)

Merupakan perbedaan antara level sinyal beacon yang diterima dengan level sinyal jika dalam ruang hampa. Redaman AFS meliputi redaman yang dikarenakan

⁸ ibid.

⁹ ibid., hal.30.

penyerapan atmosfer, redaman hujan, redaman awan dan scintillasi. Nilai redaman AFS ini juga menyatakan nilai redaman total.

b. Redaman radiometer (Radiometrically derived attenuation/ARD)

Merupakan besarnya redaman yang diukur dari radiometer yang sebanding dengan AFS. Redaman ARD ini dipakai untuk memperkirakan besarnya redaman gas (Attenuation due to gaseous absorption/AGA) yang didapat dengan mengukur sinyal radiometer /brightness temperatur dan dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\begin{aligned} AGA &= ARD, & ARD < AT \\ AGA &= AT, & ARD > AT \end{aligned} \quad (\text{dB}) \quad (3-42)$$

dimana AT merupakan redaman threshold rata-rata dari beacon.

Proses untuk mendapatkan nilai redaman radiometer dari harga noise temperatur antenna hasil pengukuran radiometer meliputi :

1. Menghitung sky noise temperatur (T_{sky})

Pada pengukuran radiometer, hanya harga brightness temperatur pada input antenna yang diperoleh (T_{sp}), dari persamaan 3.40 dan 3.41 didapat harga sky noise temperatur :

$$T_{sky} = \frac{\{T_{int} - [1-h] \cdot [T_{sp} + e_s \cdot T]\}}{h} \quad (\text{K}) \quad (3-43)$$

2. Merubah nilai sky noise temperatur ke nilai redaman

Harga sky noise temperatur dirubah ke harga redaman pada frekuensi radiometer dengan persamaan

$$A_R = 10 \cdot \log \left(\frac{T_m - T_o}{T_m - T_{sky}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (3-44)$$

dimana T_m adalah temperatur medium efektif dan T_o adalah noise temperatur cosmic pada frekuensi f .

c. Attenuation relative to clear sky (ACS)

Merupakan perbedaan antara level sinyal beacon yang diterima dengan level perkiraan dari pengukuran radiometer, dan didapat dengan memperkirakan besarnya AGA berdasar pengukuran sinyal radiometer. Redaman dari ACS meliputi redaman hujan, redaman awan dan scintillasi dimana dapat dinyatakan sebagai

$$ACA = AFS - AGA \quad (\text{dB}) \quad (3-45)$$

besarnya redaman ACS ini dipakai dalam model prediksi redaman.

3.4.2.3. Pengukuran Fade Durasi

Fade durasi merupakan jumlah dari waktu dimana level redaman (AFS) melebihi nilai Threshold tertentu dan dapat dinyatakan sebagai :

$$AFD(\overline{AFS}_T) = t_2 - t_1 \quad (3-46)$$

$$\text{dimana} \quad \overline{AFS} > \overline{AFS}_T \quad \text{untuk} \quad t_1 < t < t_2 \quad (3-47)$$

Fade durasi dapat dianalisa dengan memakai metode moving average dengan memakai 30 detik moving average. Dengan hal yang sama maka besarnya non-fade duration (inter-fade duration/IFD) dapat dinyatakan sebagai

$$IFD(\overline{AFS}_T) = t_2 - t_1 \quad (\text{detik}) \quad (3-48)$$

$$\text{dimana} \quad \overline{AFS} \leq \overline{AFS}_T \quad \text{untuk} \quad t_1 < t < t_2 \quad (3-49)$$

Dengan menghitung besarnya fade durasi maka informasi tentang fade slope dapat diperoleh. Fade slope dihitung setelah metode 10 detik moving average dilakukan pada data AFS untuk menghilangkan fluktuasi sinyal yang dikarenakan pengaruh scintillasi. Fade slope dinyatakan hanya jika level redaman melampaui level threshold dan level sinyal lainnya lebih besar atau lebih kecil dari threshold selama

lebih dari 10 detik. Fade slope untuk nilai yang melampaui threshold dinyatakan sebagai

$$FS_t = \frac{\overline{AFS}_{t+5} - \overline{AFS}_{t-5}}{10} \quad (\text{dB/detik}) \quad (3-50)$$

dimana \overline{AFS} dinyatakan sebagai :

$$\overline{AFS}_k = \frac{1}{10} \sum_{j=k-4}^{j=k+3} \overline{AFS}_j \quad (\text{dB}) \quad (3-51)$$

dan k merupakan nilai indek pada saat redaman melampaui nilai threshold tertentu.

3.2.4.2. Pengukuran Laju Hujan (Rain rate)

Seperti yang telah dibahas di subbab didepan, pengukuran laju hujan dilakukan dengan menggunakan rain meter. Hasil perhitungan laju hujan ini dimanfaatkan untuk perhitungan korelasi antara curah hujan dengan karakteristik propagasi yang diukur pada band ka yang berupa redaman hujan, Co-polar attenuation dan depolarisasi. Hal yang perlu diperhatikan pada pengukuran laju hujan ini adalah penentuan waktu integrasi pengukuran curah hujan, disarankan sebesar satu menit (data disampling setiap satu menit) karena hampir semua metode prediksi redaman hujan memakai data laju hujan satu menit dalam menentukan redaman hujan serta pengaruh dari penentuan waktu integrasi sangat penting dalam mengukur nilai statistik laju hujan kumulatif (berhubungan dengan nilai statistik redaman kumulatif) dan pengukuran durasi laju hujan (berhubungan dengan fade durasi redaman).

3.4.2.5. Pengukuran Depolarisasi

Depolarisasi merupakan perubahan tipe polarisasi gelombang yang dipancarkan ke tipe polarisasi gelombang lain. Perubahan ini dikarenakan terjadinya hujan, adanya partikel es pada lapisan troposfer. Perbedaan antara level sinyal

copolar dengan level sinyal crosspolar ini sering disebut *crosspolarisasi discrimination* (XPD). Jika Hubungan antara komponen kuat medan listrik gelombang yang dipancarkan sepanjang lintasan j dan diterima sepanjang lintasan i dinyatakan dengan

$$\begin{bmatrix} E_{xx} \\ E_{yx} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{xx} & T_{xy} \\ T_{yx} & T_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xj} \\ E_{yj} \end{bmatrix} \quad (3-52)$$

dan $\delta_{xy} = \frac{T_{xy}}{T_{yy}}$ menyatakan rasio crosspolarisasi kompleks (gelombang diterima dalam polarisasi X ketika gelombang yang dipancarkan pada polarisasi Y), maka nilai XPD dapat dinyatakan dengan

$$XPD_{yx} = XPD_{xy} = -20 \log |\delta_{xy}| \quad (\text{dB}) \quad (3-53)$$

dan komponen $\Delta A_{xy} = \frac{T_{xx}}{T_{yy}}$ dinamakan rasio co-polar kompleks. Pada polarisasi

circular, matriks transfer polarisasi circular dapat dinyatakan dengan

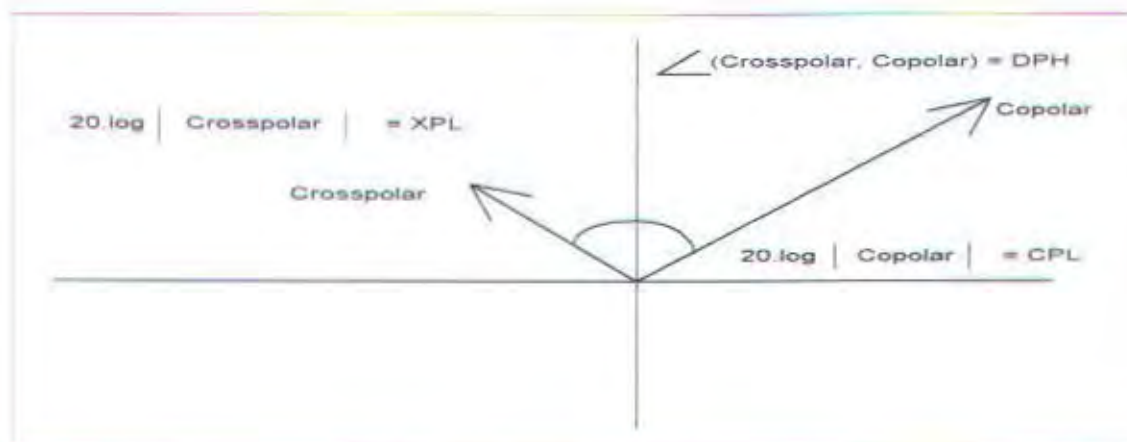
$$\begin{bmatrix} C_{rr} & C_{rl} \\ C_{lr} & C_{ll} \end{bmatrix} \quad (3-54)$$

dimana

$$\begin{aligned} C_{rr} &= \frac{1}{2} \cdot \left[(T_{xx} + T_{yy}) + j(T_{yx} - T_{xy}) \right] \\ C_{rl} &= \frac{1}{2} \cdot \left[(T_{xx} + T_{yy}) - j(T_{yx} - T_{xy}) \right] \\ C_{lr} &= \frac{1}{2} \cdot \left[(T_{xx} - T_{yy}) + j(T_{yx} + T_{xy}) \right] \\ C_{ll} &= \frac{1}{2} \cdot \left[(T_{xx} - T_{yy}) - j(T_{yx} + T_{xy}) \right] \end{aligned} \quad (3-55)$$

dan rasio crosspolarisasi pada polarisasi circular (diterima right hand polarisasi ketika yang dipancarkan left hand polarisasi) dinyatakan dengan persamaan

$$\delta_{rl} = \frac{C_{rl}}{C_{ll}} \quad (3-56)$$



GAMBAR 3.13.¹⁰
HUBUNGAN VEKTOR COPOLAR DAN CROSSPOLAR

dan

$$\delta_{lr} = \frac{C_{lr}}{C_{rr}} \quad (3-57)$$

merupakan rasio crosspolarisasi pada polarisasi circular (diterima left hand polarisasi ketika yang dipancarkan right hand polarisasi. Dari gambar 3.14 maka besarnya crosspolar discrimination dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$XPD = 20 \log \frac{|C_{opolar}|}{|C_{crosspolar}|} = CPL - XPL \quad (3-58)$$

dimana :

CPL = Co-polar level (dB)

XPL = Crosspolar level (dB)

3.4.2.6. Pengukuran Scintillasi

Scintillasi merupakan perubahan level sinyal yang dikarenakan adanya redaman oleh hujan, redaman oleh awan, penyerapan gas atau difraksi dari ketidaksamaan indek refraksi pada lapisan troposfer yang dikarenakan proses

¹⁰ R.Barto, *Preprocessing software voor het vernieuwde Olympus Data System*, tue. Eindhoven 1990, hal.9

turbulensi. Sampel sinyal beacon (nilai AFS) yang terekam merupakan nilai dari redaman total, untuk mendapatkan besarnya scintillasi maka diperlukan metode untuk mencari besarnya scintillasi dari pengukuran sinyal beacon. Besarnya fluktuasi amplitudo dari sinyal beacon (X , dB) dapat diperoleh dengan

$$X = ACA - [ACA]_{120 \text{ detik}} \quad (\text{dB}) \quad (3-59)$$

dimana $ACA_{120 \text{ detik}}$ menyatakan sinyal beacon rata-rata selama 120 detik dan persamaan diatas menyatakan filter highpass dari data untuk memisahkan semua efek kecuali scintillasi dari data. ACA menyatakan besarnya redaman pada saat kondisi clear air yang sebanding dengan besarnya AFS dikurangi besarnya penyerapan gas. Dalam memisahkan terjadinya scintillasi pada saat udara lembab dan pada saat udara kering, maka dipakai harga threshold sky temperatur. Harga threshold ini di cari untuk periode bulanan dengan membuat grafik sky temperatur terhadap laju hujan dan menghitung sky temperatur rata-rata ketika laju hujan nol. Sedangkan untuk memisahkan scintilasi dengan nilai redaman hujan dan awan maka dapat dipakai metode moving average filter pada redaman saat clear sky, dimana komponen redaman hujan dan awan memiliki frekuensi yang lebih rendah dibanding dengan scintillasi¹¹, yang dapat dinyatakan dengan

$$X_{\text{low}} = \frac{1}{2m+1} \sum_{k=-m}^{k=m} X(n+k\Delta T) \quad (3-60)$$

dimana : X_{low} = komponen redaman hujan dan awan

m = windowing

ΔT = frekuensi sampel

sedangkan komponen scintillasi dapat diperoleh dengan persamaan

¹¹ Y.Karasawa, T.Matsudo, *Characteristics of fading on low elevation angle earth space path with concurrent rain attenuation and scintillation*, IEEE Transaction on antenna and propagation, Vol.39, No.8, Mei 1991, hal.1.

$$X_{high} = X(n) - X_{low} \quad (3-61)$$

dimana : X_{high} = komponen scintillasi.

3.5. ANALISA STATISTIK

Parameter-parameter yang dipakai pada analisa statistik hasil pengukuran propagasi adalah berupa harga mean, variance, probability function (pdf), power spectral density dan harga cumulatif distribution function (CDF). Pada analisa statistik hasil pengukuran propagasi, perlu dicari distribusi dari redaman untuk menyatakan persentase waktu nilai dari redaman melebihi nilai redaman tertentu (Nilai CDF dikali seratus persen). Nilai distribusi kumulatif ini berguna untuk mencari availability dari sistem komunikasi pada margin redaman tertentu.

Untuk menentukan pendekatan model distribusi dari data, maka dapat dilakukan dengan metode pengetesan distribusi Chi-square yang mempunyai persamaan

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - e_i)^2}{e_i} \quad (3-62)$$

dimana : n_i = frekuensi pengamatan

e_i = frekuensi perkiraan dari model distribusi yang didekati

Pendekatan yang dilakukan dalam mencari distribusi redaman yang terjadi pada suatu sistem komunikasi adalah pendekatan distribusi lognormal. Fungsi kerapatan probabilitas lognormal dapat dinyatakan dengan :

$$P_a(a) = \frac{1}{a \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\ln(a) - m)^2}{2 \cdot \sigma^2} \right] \quad a \geq 0 \quad (3-63)$$

dimana a menyatakan variabel acak, σ dan m menyatakan harga standar deviasi dan mean dari $\ln(a)$. Harga CDF dapat diperoleh dengan mengintegrasikan harga PDF tersebut, yang menghasilkan harga distribusi kumulatif lognormal

$$P(a \geq A) = \frac{1}{2} \cdot \operatorname{erfc} \left[\frac{\ln(A) - m}{\sqrt{2} \cdot \sigma} \right] \quad (3-64)$$

sedangkan untuk menentukan terjadi tidaknya multipath fading maka dapat diambil asumsi awal mempunyai distribusi Rayleigh, dengan harga PDF dapat dinyatakan sebagai :

$$P(r) = \frac{r}{\sigma^2} \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma^2}\right) \quad \text{untuk } 0 \leq r \leq \infty \quad (3-65)$$

$$= 0 \quad \text{untuk } r < 0$$

dimana :

σ = nilai rms dari amplitudo sinyal yang diterima

σ^2 = daya rata-rata dari sinyal yang diterima.

Harga CDF dari distribusi Rayleigh dapat dinyatakan dengan :

$$P(r \leq R) = 1 - \exp\left(\frac{-R^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3-66)$$

dengan harga rmean dan rmedian sebesar :

$$r_{\text{mean}} = 1,2533\sigma$$

$$r_{\text{median}} = 1,077\sigma \quad (3-67)$$

dan jika diasumsikan data hasil pengukuran tidak mengalami fading seperti pada komunikasi line of sight, maka dapat dipakai pendekatan distribusi Ricean, yang mempunyai harga PDF :

$$P(r) = \frac{r}{\sigma^2} \cdot \exp\left(\frac{-(r^2 + A^2)}{2\sigma^2}\right) \cdot I_0\left(\frac{A \cdot r}{\sigma^2}\right) \quad \text{untuk } A \geq 0, r \geq 0 \quad (3-68)$$

$$= 0 \quad \text{untuk } r < 0$$

besarnya persentase waktu nilai a lebih besar atau sama dengan A adalah

$$\text{Persentase waktu} = P(a \geq A) \times 100 \% \quad (3-69)$$

dan harga persentase waktu dari availability dapat diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Availability (\%)} = p(a \leq A) \times 100\% \quad (3-70)$$

BAB IV

SISTEM DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND DAN ANALISA HASIL PENGUKURAN

Pada pengukuran karakteristik propagasi, sistem data akuisisi memegang peranan yang sangat penting. Sistem ini terdiri dari beberapa tahapan diantaranya pengambilan data, penyimpanan data dan pemrosesan yang merupakan hasil akhir yang diinginkan dari sistem data akuisisi. Dari seluruh aspek yang harus diperhitungkan pada sistem data akuisisi, maka sistem yang direncanakan mempunyai konfigurasi sebagai berikut

1. Data analog yang akan diproses

a. Propagasi Satelit

- Co-Polar beacon
- Antena noise temperatur
- Intensitas hujan
- Deviasi frekuensi
- Room Temperatur

b. Propagasi Terrestrial

- Redaman total (LOS)
- Intensitas hujan
- Deviasi frekuensi
- Room Temperatur

2. Transducer

Transducer yang dipakai pada pengukuran karakteristik propagasi diantaranya :

- a. Dicke switche radiometer

- b. Receiver dan PLL receiver
- c. Tiping bucket rain gauge
- d. Termometer

Karakteristik dari tipe transducer yang dipakai ini telah dibahas pada bab sebelumnya.

3. Sistem data akuisisi

Secara umum sistem data akuisisi yang dipakai terdiri dari dua bagian besar yang berupa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras terdiri dari komponen-komponen sistem data akuisisi yang meliputi :

- a. Power supply unit (termasuk AC regulator dan UPS)
- b. Unit komputer pengolah data (memori, peripheral card termasuk Video card, multi I/O)
- c. Interface dan analog to digital card termasuk interval timer.
- d. Anti aliasing filter termasuk analog sinyal processor di sisi input.

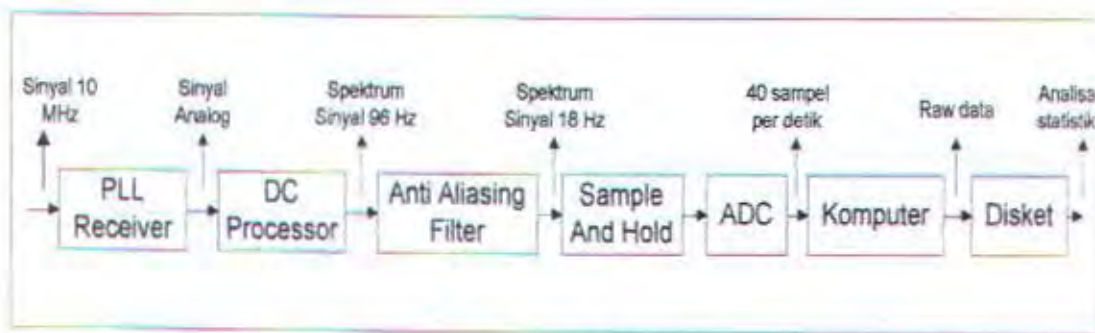
Perangkat lunak terdiri dari program-program data akuisisi, editor program yang diperlukan untuk membuat tampilan dari data dan program untuk pengolahan hasil data akuisisi.

4.1. SISTEM DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI KA BAND

Sistem data akuisisi yang dipakai pada pengukuran karakteristik propagasi satelit dan terrestrial terdiri dari dua bagian yaitu : perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software).

4.1.1. PERANGKAT KERAS (HARDWARE)

Komponen perangkat keras yang digunakan pada sistem data akuisisi ini terdiri dari DC processor, anti aliasing filter, sample and hold, ADC, seperangkat komputer



GAMBAR 4.1.
BLOK DIAGRAM SISTEM AKUISISI DATA UNTUK PENGUKURAN PROPAGASI

sebagai unit pengolah data dan media penyimpanan data dapat berupa disket ataupun hard disk serta power supply, blok diagram dari sistem akuisisi data tersebut seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.

4.1.1.1. DC Processor

Pada sistem data akuisisi DC processor dipakai untuk menyesuaikan level (level adjusting) sebelum proses sampling dan untuk bandlimiting dari output PLL receiver. Output PLL receiver yang merupakan sinyal DC yang dinyatakan dengan harga '1' bila sinyal diterima (kondisi even), akan dirubah oleh DC processor ke spektrum sinyal 96 Hz dengan menggunakan oscillator 96 Hz yang ada pada DC processor.

4.1.1.2. Anti Aliasing Filter

Anti aliasing filter dipakai untuk pengkondisian sinyal agar sinyal menjadi bandlimited pada frekuensi dibawah setengah dari laju sampling yang diinginkan serta dipakai pula untuk mengurangi interferensi co-channel dari input multi kanal. Pada sistem data akuisisi ini anti aliasing filter yang dipakai adalah delapan kanal low-pass filter KEMO jenis 1822LT.2 dengan cut off frekuensi 18 Hz. Anti aliasing filter akan membatasi bandwidth dari output DC processor sebesar 96 Hz menjadi 18 Hz, sehingga frekuensi ini memenuhi frekuensi Nyquist yang dihubungkan dengan

kemampuan laju sampling ADC yang dipakai. Secara ideal anti aliasing filter mempunyai respons frekuensi

$$H(j\Omega) = \begin{cases} 1, & |\Omega| < \Omega_c < \pi / T_s \\ 0, & |\Omega| > \pi / T_s \end{cases} \quad (4-1)$$

4.1.1.3. Sample and Hold

Pada sistem data akuisisi, rangkaian sample and hold berfungsi agar masukan analog ke ADC tetap stabil selama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan konversi ke digital, alat ini akan mencuplik masukan analog dan menahan sampai pencuplikan masukan berikutnya. Sampel hasil cuplikan akan ditahan pada kapasitor berkualitas tinggi dan dibuffer oleh sebuah penguat operasional. Pada sistem data akuisisi ini dipakai peralatan sample and hold multikanal tipe DAS8 dengan 8 kanal input pada kecepatan sampling 40 sampel perdetik dengan frekuensi oscillator sebesar 40 Hz.

4.1.1.4. Analog to Digital Converter

Pada sistem data akuisisi perlu dipilih ADC dan interface card yang sesuai. Pada sistem data akuisisi ini dipilih 12 bit DAS8 A/D card delapan input dengan waktu konversi 25 mikrosecond dan 16 bit DAS8 timer (counter) gelombang persegi yang mampu melakukan counter nilai sampai 60 Hz. Tipe ADC ini akan menterjemahkan level dari 40 sampel hasil proses sampling ke 12 bit. Pengalamatan tipe DAS8 A/D converter seperti tampak pada tabel 4.1

4.1.1.5. Perangkat Komputer

Pada sistem data akuisisi ini, untuk pengolahan datanya tidak diperlukan komputer yang terlalu canggih hal ini dikarenakan perubahan dari sinyal input tidak

TABEL 4.1.
PENGALAMATAN ADC TIPE DAS8

Spesifikasi	Address
Base address	\$300
Low byte data register	\$300
High byte data register	\$300+1
Read/status/write:Control register	\$300+2
Read/Load Counter 0 register	\$300+4
Read/Load Counter 1 register	\$300+5
Read/Load Counter 2 register	\$300+6
Counter Control register	\$300+7
Don't care	\$00
Interrupt Enable	\$08
End of conversion bit	\$80

terlalu cepat. Pada sistem data akuisisi ini dipakai komputer IBM kompatibel dengan spesifikasi :

- a. CPU PC/XT dengan mikroprosessor 8086 (10 MHz)
- b. RAM 640 kB
- c. Untuk menyimpan data hasil analog sampling tidak langsung digunakan harddisk, tetapi digunakan empat floppy disk drive dengan kapasitas masing-masing 720 kB dan diberi kode A sampai D.
- d. Keyboard, monitor, Multi I/O card yang dilengkapi RS-232 dan monitor interface card.

4.1.1.6. Power Supply Unit

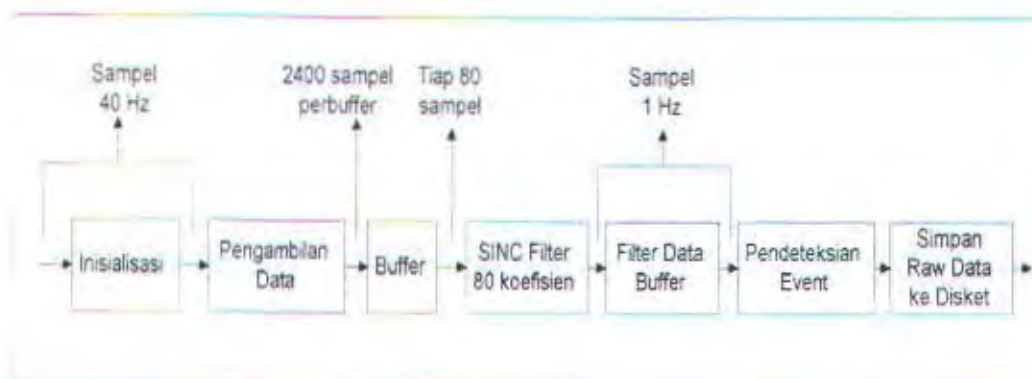
Komponen power supply unit terdiri dari : automatic AC regulator (STAVOLT), un-interruptible power supply (UPS) dan line filter. Automatic AC regulator berfungsi untuk memperoleh level tegangan yang sesuai dengan keperluan (AC 220V, +48V, +12V dan +5V). Un-interruptible power supply diperlukan untuk mengurangi kemungkinan kehilangan sinyal pada saat adanya pemutusan saluran listrik dari jala-jala sedangkan line filter dipakai untuk menyaring noise frekuensi rendah yang disebabkan oleh harmonisa frekuensi PLN. Pada kasus tertentu harmonisa frekuensi (kelipatan 50 Hz) ini sering mengganggu sinyal analog yang akan diolah.

4.1.2. PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)

Perangkat lunak dari sistem yang direncanakan terdiri dari tiga level program yang meliputi : Level pertama merupakan program untuk akuisisi data, termasuk prosedur sampling dan timer. Level kedua merupakan program yang diperlukan untuk pembacaan, penulisan dan pengolahan awal terhadap data (filtering). Level ketiga adalah program untuk pengolahan data hasil pengukuran untuk mencari nilai statistik serta parameter lain yang ingin diketahui. Secara umum dua level program diatas terdiri dari beberapa tahapan diantaranya tahap inisialisasi, tahap pengambilan data, tahap penyimpanan data dalam buffer, tahap pengfilteran, tahap penyimpanan data terfilter pada buffer filter, tahap pendeteksian event dan penyimpanan raw data ke disket.

4.1.2.1. Tahap Inisialisasi

Tahap inisialisasi merupakan tahapan awal dari program untuk mempersiapkan harga awal sebelum program mengadakan pengambilan data. Tahap inisialisasi ini meliputi tahap inisialisasi variabel global, inisialisasi tampilan monitor, inisialisasi sistem meliputi pembacaan info file dan pemilihan disk drive yang kosong, inisialisasi interrupt untuk pengambilan data dan inisialisasi buffer, yaitu menghitung jumlah dari 40 sampel pertama.



GAMBAR 4.2.

GAMBAR TAHAPAN PROSES DATA AKUISISI PADA PENGUKURAN PROPAGASI

4.1.2.2. Tahap Pengambilan Data

Tahap ini merupakan tahapan pengambilan data hasil sampling ADC tipe DAS8 yang memiliki kecepatan sampling 40 sampel perdetik yang berupa data digital 12 bit. Proses pengambilan data ini ditentukan oleh pengalamatan yang telah dispesifikasikan oleh tipe ADC DAS8 seperti tampak pada tabel 4.1. Data yang telah dibaca kemudian disimpan pada buffer dengan alamatnya ditentukan oleh urutan buffer, urutan sampel dan nomor kanal yang dipakai dimana buffer tersebut diset dengan type pointer. Dalam bahasa pascal perintah untuk menghitung nilai data yang diambil dapat dinyatakan dengan:

$$\text{Buffer}[\text{BuffCount}]^{\wedge}[\text{SampCount}, \text{Chan}] := \text{Port}[\text{HiByte}] \text{ shl } 4 + \text{Port}[\text{LoByte}] \text{ shr } 4$$

dimana

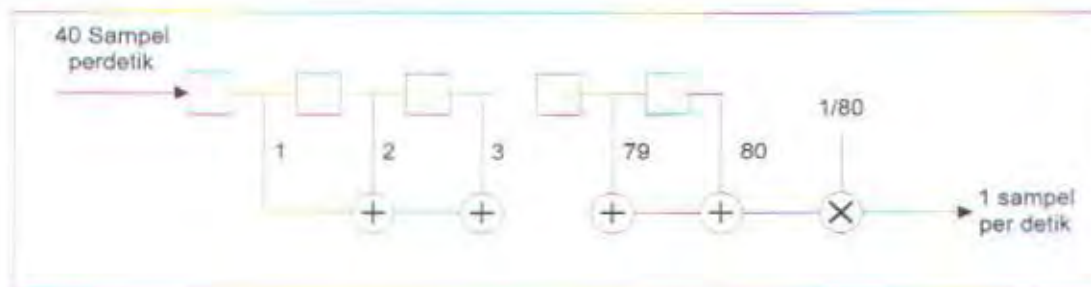
BuffCount = urutan buffer ke i
 SampCount = urutan sampel ke i
 HiByte = alamat High byte data register
 LoByte = alamat Low byte data register
 ^ = data bertipe pointer

4.1.2.3. Buffer

Buffer berfungsi untuk menyimpan data hasil sampel untuk sementara waktu. Buffer yang dipakai pada program diset untuk menyimpan data selama satu menit yang berarti mampu menyimpan sebanyak 2400 sampel dengan jumlah buffer ditentukan sebanyak enam buffer.

4.1.2.4. SINC Filter

Untuk mendapatkan data dengan laju sampel 1 Hz, maka data dengan laju 40 Hz perlu di filter dengan menggunakan SINC filter dengan 80 koefisien. Rumus yang dipakai untuk mendapatkan data dengan laju 1 Hz adalah :



GAMBAR 4.3. SKEMA SINC FILTER UNTUK SAMPEL 1 Hz

Sampel 1 Hz pada $t_1 = \frac{\text{Jumlah nilai 40 sampel pada } t_1 + \text{Jumlah nilai 40 sampel pada } t_0}{80}$

(4-2)

4.1.2.5. Filter Data Buffer

Filter data buffer berfungsi untuk menyimpan data sampel 1 Hz yang merupakan output dari SINC filter sebelum dilakukan pendeteksian event, dimana penyimpanan ini bersifat untuk sementara waktu. Filter data buffer ini akan menyimpan data untuk interval waktu satu menit, yang berarti menyimpan jumlah sampel 1 Hz sebanyak 60 sampel.

4.1.2.6. Pendeteksian Event

Penentuan event dilakukan dengan membandingkan besarnya level sinyal dengan level threshold dan slope sinyal dengan slope threshold. Untuk pendeteksian event sinyal copolar maka dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Jika level sampel lebih besar dari level threshold dan slope sampel lebih besar dari slope threshold, maka event diterima. Slope sampel dicari dengan persamaan :

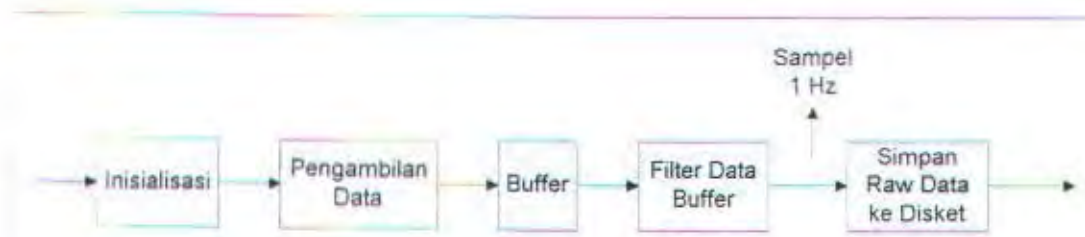
$$\text{slope sampel} = \frac{\text{Jumlah 10 sampel (1..10)}}{10} - \frac{\text{Jumlah 10 sampel (11..20)}}{10} \quad (4-3)$$

- b. Jika event diterima, maka event disimpan pada media penyimpanan data seperti disket dengan laju sampel 1 Hz, sedangkan jika event di tolak maka sampel data dengan laju 1 Hz di filter dengan SINC filter dengan 10 koefisien sehingga akan dihasilkan sampel dengan laju sampel 0,1 Hz. Dan sampel dengan laju 0,1 Hz ini disimpan pada disket.

Sedangkan untuk mendeteksi event dari parameter lainnya, maka hanya dengan membandingkan level sampel dengan level threshold saja dan jika event diterima maka event di simpan dengan laju sampel 1 Hz sedangkan jika event ditolak maka event di simpan dengan laju 0,1 Hz.

4.1.3. SISTEM DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN INTENSITAS HUJAN

Pada pengukuran intensitas hujan, sistem data akuisisi yang dipakai memiliki sedikit perbedaan dengan sistem data akuisisi yang dipakai pada pengukuran propagasi sinyal. Secara perangkat lunak tahapan sistem data akuisisi pada pengukuran intensitas hujan terdiri dari beberapa tahapan diantaranya adalah : tahapan inialisasi, pengambilan data, buffer data, filter data buffer dan penyimpanan rawdata ke disket. Jika proses sistem data akuisisi pengukuran intensitas hujan terpisah dengan sistem pengukuran propagasi, maka tahap buffer data filter dapat ditiadakan.



GAMBAR 4.4.
SISTEM DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN INTENSITAS HUJAN

Pada proses pengambilan data, maka data yang diambil pada pengukuran intensitas hujan adalah waktu tipping dari tipe tipping bucket rain gauge. Rumus untuk menghitung waktu tipping dalam 0,1 detik dapat dinyatakan dengan

$$\text{TipTime} = \text{Menit saat tipping} * 600 + \text{detik} * 10 + \text{round}(\text{detik} / 1000) \quad (4-4)$$

Sedangkan perintah dalam bahasa pascal untuk pengambilan data hasil tipping dari tipping bucket rain gauge adalah

$$\text{Buffer}[\text{BuffCount}]^{\wedge}[\text{SampCount}, \text{Chan}] := \text{TipTime}; \quad (4-5)$$

4.2. ANALISA HASIL PENGUKURAN

Analisa hasil pengukuran propagasi yang dilakukan merupakan analisa rawdata yang disimpan di media penyimpanan yang berupa disket setelah rawdata tersebut dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Untuk menyatakan harga rawdata yang merupakan sampel dari hasil sampling ke harga dengan satuan yang sesuai maka dapat dipakai dengan rumus:

$$\text{NilaiData} = \left(\frac{10 \cdot \text{rawdata}}{2^{12}} \right) \cdot \text{ampl} + \text{offset} \quad (4-6)$$

dimana

NilaiData = Harga data dalam satuan SI

rawdata = data hasil sampel

ampl, offset = parameter kalibrasi (satuan SI)

Hasil pengukuran propagasi yang akan di analisa terdiri dari dua bagian yaitu hasil pengukuran propagasi untuk lintasan satelit pada band Ku dan hasil pengukuran propagasi terrestrial pada band Ka. Analisa data hasil pengukuran tersebut meliputi mencari harga statistik dan mencari parameter- parameter lain yang ingin diketahui.

4.2.1. ANALISA DATA HASIL PENGUKURAN PROPAGASI LINTASAN SATELIT

Data yang dipakai pada analisa hasil pengukuran propagasi satelit ini merupakan data pengukuran propagasi pada band Ku. Parameter-Parameter yang akan dianalisa meliputi : redaman total (redaman co-polar), redaman hujan dan awan, redaman perkiraan dari radiometer, sky noise temperatur dan intensitas hujan serta nilai statistik.

4.2.1.1. Redaman Total (Redaman Co-Polar)

Dari hasil pengukuran propagasi yang dilakukan pada band Ku, dapat dilihat besarnya redaman total yang diukur pada tanggal 1-4 Februari 1992 mulai pukul 15.57 hingga pukul 00.50 dengan parameter kalibrasi yang meliputi :

- a. Kalibrasi offset = 30 dB
- b. Kalibrasi Penguatan = -3,3 dB
- c. Level threshold = 1,3 dB
- d. Slope threshold = 0,2 dB/10 detik.

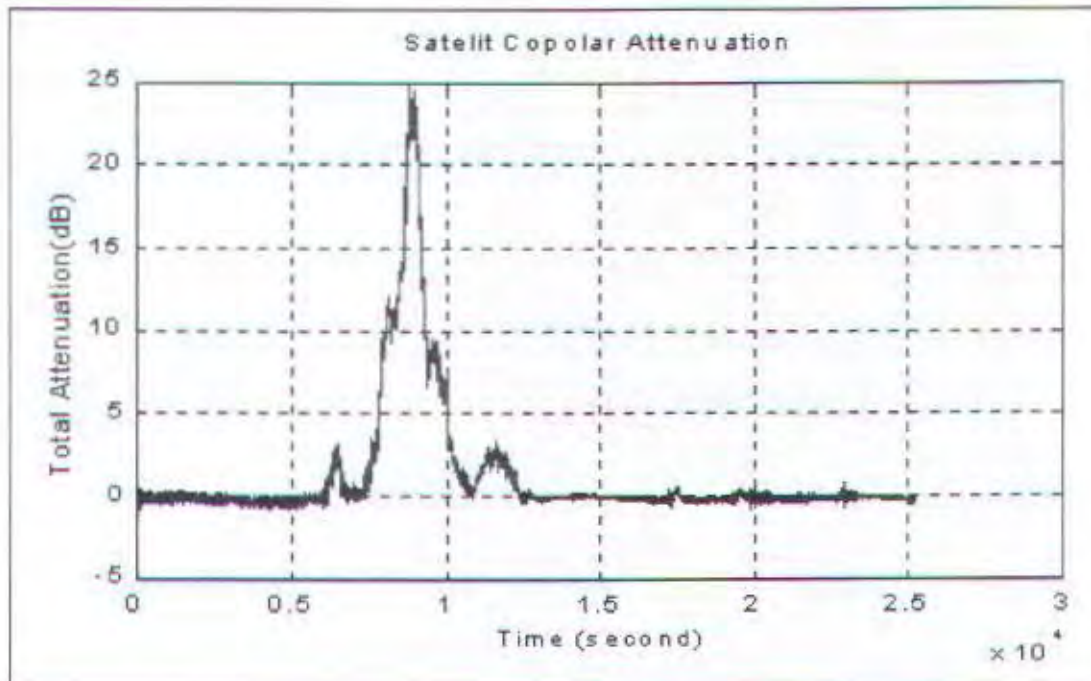
Maka dengan memakai persamaan 4.6. besarnya redaman copolar dapat dinyatakan dengan :

$$\text{Co-polar Attenuation (dB)} = \left(\frac{10 \cdot \text{rawdata}}{4096} \right) \cdot (-3.3) + 30 \quad (4-7)$$

sehingga dengan memakai program matlab maka besarnya redaman co-polar dapat disimulasikan seperti tampak pada gambar 4.5.

4.2.1.2. Sky Noise Temperatur dan Redaman Radiometer

Radiometer yang dipakai pada pengukuran sky noise temperatur adalah tipe dicke switched radiometer. Dari hasil pengukuran dengan data yang sama dengan pengukuran redaman copolar dengan diketahui parameter kalibrasi :



GAMBAR 4.5.
REDAMAN CO-POLAR PROPAGASI SATELIT FREKUENSI 11,198 GHz

a. Hasil kalibrasi feed noise temperatur :

■ Offset = -28,9 K

■ Ampl = 42,16 K

b. Effesiensi spillover antena = 97 %

c. Noise temperatur pada sisi side lobe = 164 K selama kondisi clear air (asumsi)

d. Noise temperatur terhadap ground = 300 K (asumsi)

e. Noise temperatur terhadap sky = 9 K selama kondisi clear air (asumsi)

maka Sky noise temperatur dapat dihitung dengan persamaan

$$\text{Feed Noise temp.} = 0.97 \cdot T_{\text{sky}} + 0.01 \cdot 164 + 0.01 \cdot 300 + 0.01 \cdot 9$$

$$\text{Sky noise temperatur} = 1.309 \cdot \text{Feed Noise temp} - 4.876 \text{ K} \quad (4-8)$$

sehingga dari hasil pengukuran feed noise temperatur dapat diperoleh besarnya sky noise temperatur dan dapat simulasikan seperti tampak pada gambar 4.6,

Untuk menghitung besarnya redaman radiometer maka dipakai persamaan

$$A(dB) = 10 \log \left[\frac{T_m - T_c}{T_m - T_{sky}} \right] \quad (4-9)$$

dimana :

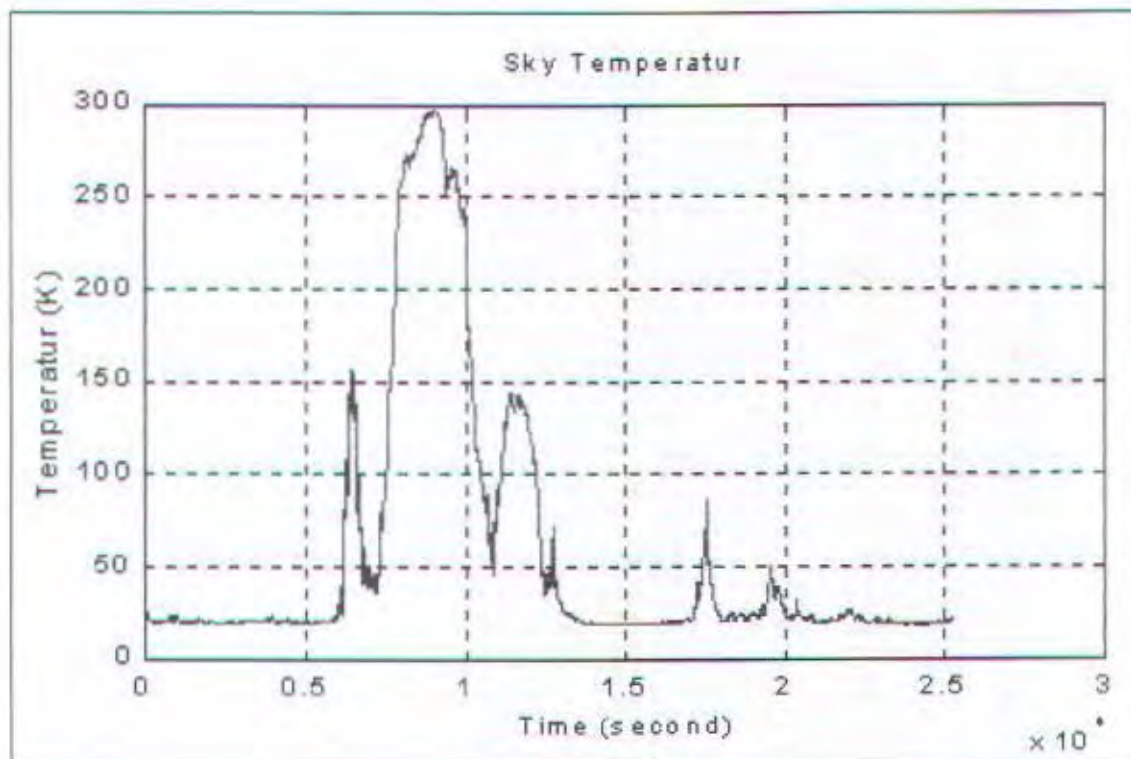
T_m = medium temperatur efektif, diambil sebesar 270 K

T_c = cosmic temperatur, diambil sebesar 4 K

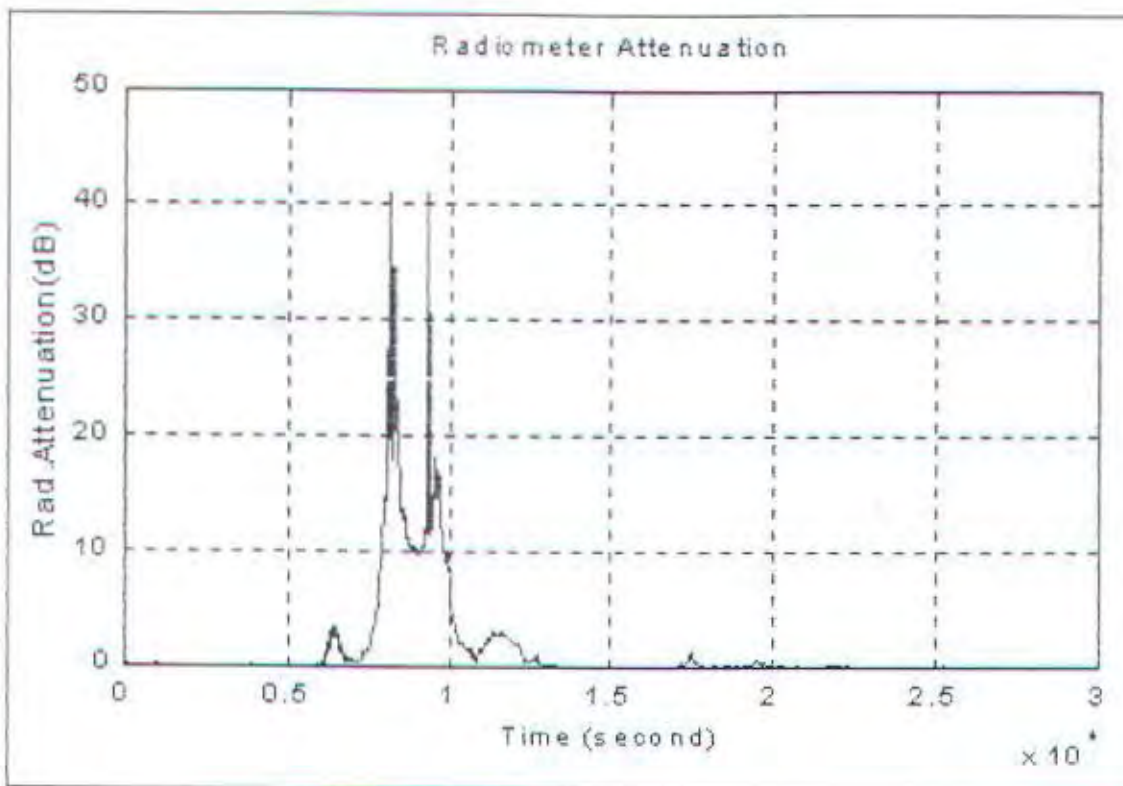
jika diasumsikan untuk kondisi clear sky nilai redaman radiometer sebesar 0,25 dB, feed noise temperatur sebesar 21 K sehingga sky noise temperatur mempunyai harga sebesar 16,8 K maka persamaan 4.8 menjadi

$$A(dB) = 10 \log \left[\frac{T_m - 4}{T_m - T_{sky}} \right] - 10 \log \left[\frac{T_m - 4}{T_m - 16,8} \right]$$

$$A(dB) = 10 \log \left[\frac{T_m - 16,8}{T_m - T_{sky}} \right] \quad (4-10)$$

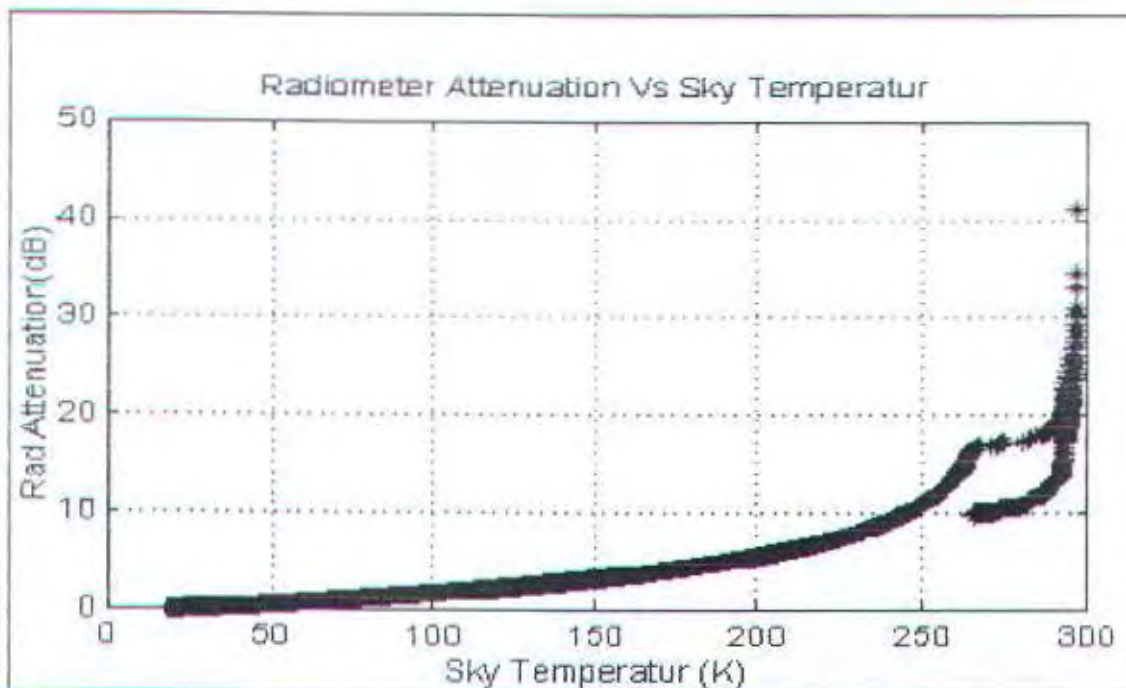


GAMBAR 4.6.
SKY NOISE TEMPERATUR PADA FREKUENSI 11,198 GHz



GAMBAR 4.7.
REDAMAN RADIOMETER PADA FREKUENSI 11,198 GHz

sehingga dapat diperoleh hubungan antara nilai sky temperatur dengan redaman radiometer yang cenderung bersifat linier.



GAMBAR 4.8.
HUBUNGAN SKY TEMPERATUR DENGAN REDAMAN RADIOMETER

4.2.1.3. Redaman Hujan dan Awan

Untuk mendapatkan besarnya redaman hujan dan awan dari hasil pengukuran maka dilakukan beberapa tahapan yaitu

- Memperkirakan besarnya redaman gas (AGA) dari pengukuran redaman radiometer(ARD), dengan ketentuan

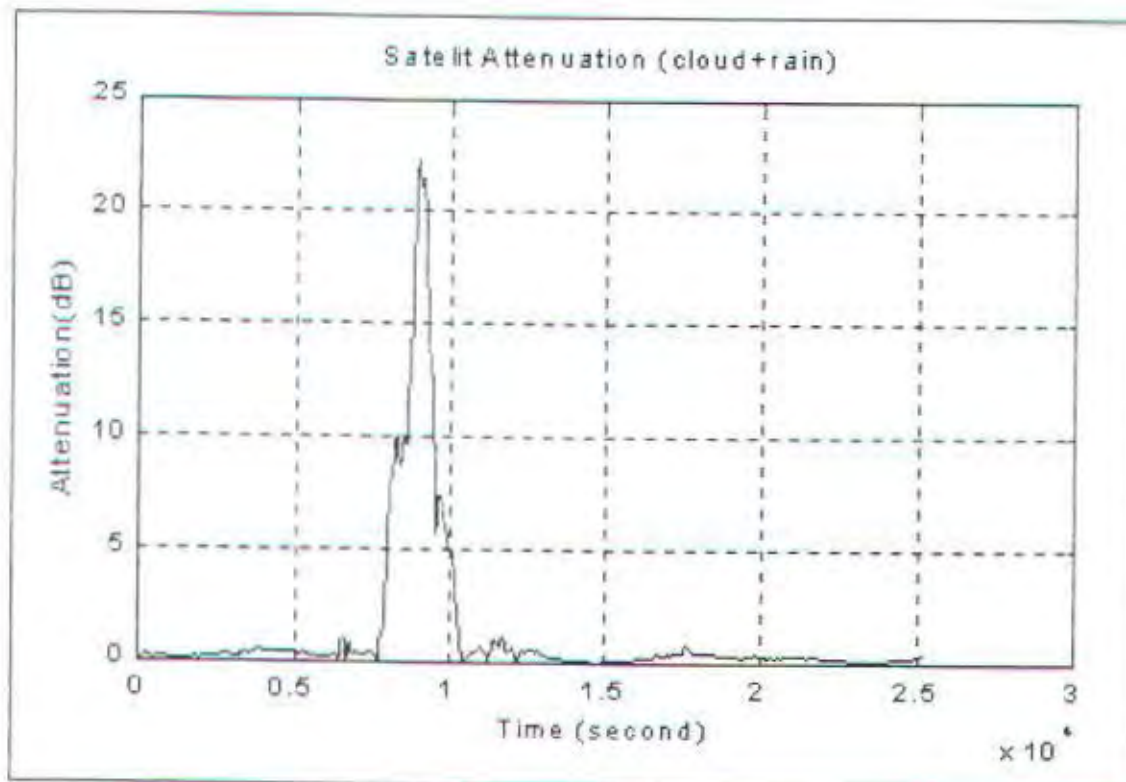
$$AGA = ARD, \text{ jika } ARD < \text{Threshold beacon}$$

$$AGA = \text{Threshold beacon}, \text{ jika } ARD > \text{Threshold beacon}$$

- Mencari redaman clear sky dari persamaan

$$\text{Redaman clear sky} = \text{Redaman total} - \text{Redaman gas}$$

- Dari redaman clear sky, pengaruh scintillasi dipisahkan dengan memakai moving average lowpass filter dengan windowing sehingga didapat besarnya redaman hujan dan awan.

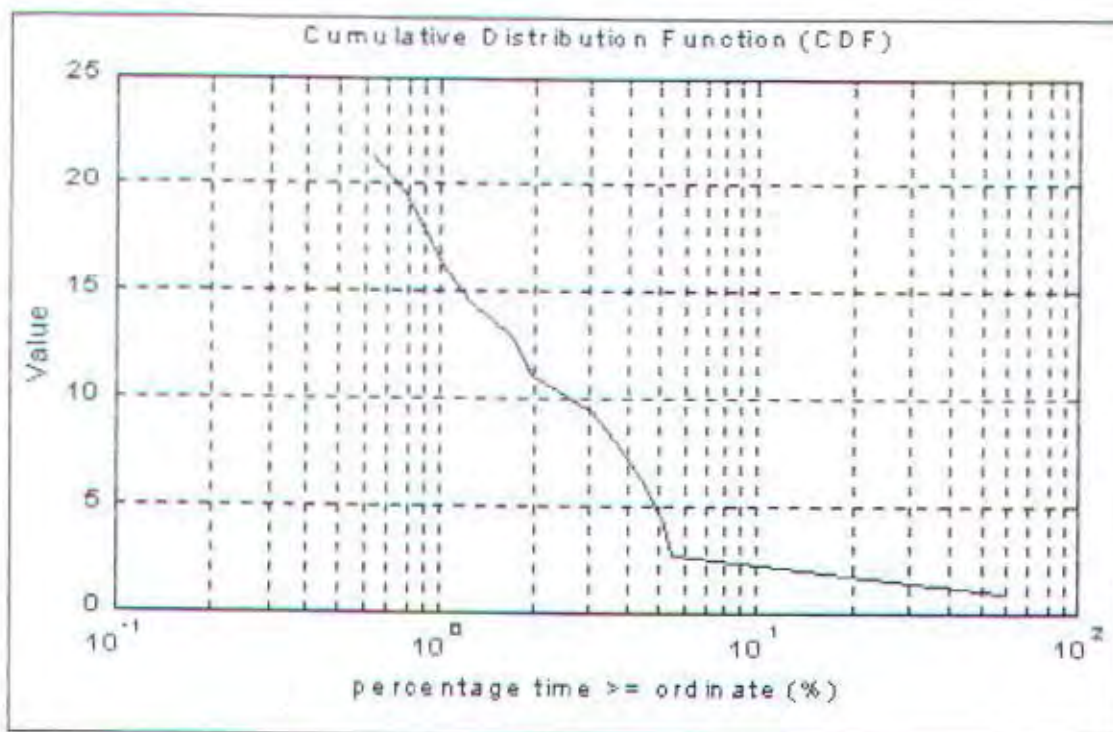


GAMBAR 4.9.
REDAMAN HUJAN DAN AWAN PADA FREKUENSI 11,198 GHz

Dari data hasil pengukuran yang sama maka dengan menggunakan simulasi program matlab yang dibuat dapat didapat besarnya redaman hujan dan awan seperti nampak pada gambar 4.9.

Jika dicari harga distribusi kumulatif dari nilai redaman hujan dan awan maka dapat diperoleh harga persentase waktu dari nilai redaman tertentu, seperti tampak pada gambar 4.10 yang merupakan hasil dari simulasi program matlab. Untuk mendapatkan data dengan persentase waktu 0.01 % dan nilai statistik yang tepat maka perlu dianalisa data dengan jumlah sampel yang memadai, sehingga pengukuran nilai redaman perlu dilakukan dalam waktu yang lama, sedikitnya dua tahun.

Dari data yang diambil pada tanggal 1-4 ferbuari 1992 dapat dilihat bahwa harga persentase waktu tidak mencapai harga 0.01 %, hal ini dikarenakan kurang mencukupinya data yang dianalisa untuk mencari nilai persentase waktu sebesar 0.01% yang dipakai untuk mencari availability sebesar 99.99 %



GAMBAR 4.10.
DISTRIBUSI KUMULATIF REDAMAN HUJAN DAN AWAN

4.2.1.4. Intensitas Hujan

Pengukuran intensitas hujan dilakukan dengan menggunakan rainmeter tipe tipping bucket rain gauge. Untuk memperoleh besarnya intensitas hujan (mm/ jam), maka besarnya waktu tipping (Δt) perlu di rubah ke besaran intensitas hujan dengan persamaan

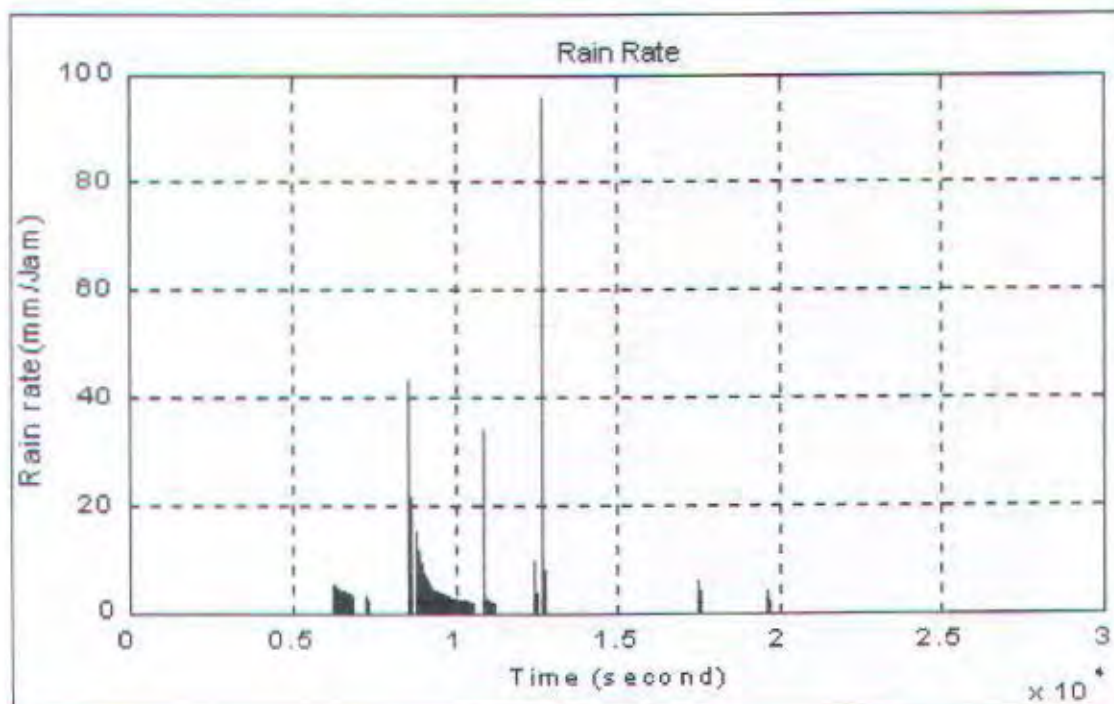
$$a. \text{ Intensitas hujan} = 0 \text{ jika } \Delta t = 0 \text{ dan } \Delta t \geq 3600 \quad (4-11)$$

$$b. \text{ Intensitas hujan} = \frac{360}{\Delta t} \text{ jika } \Delta t \geq 5 \quad (4-12)$$

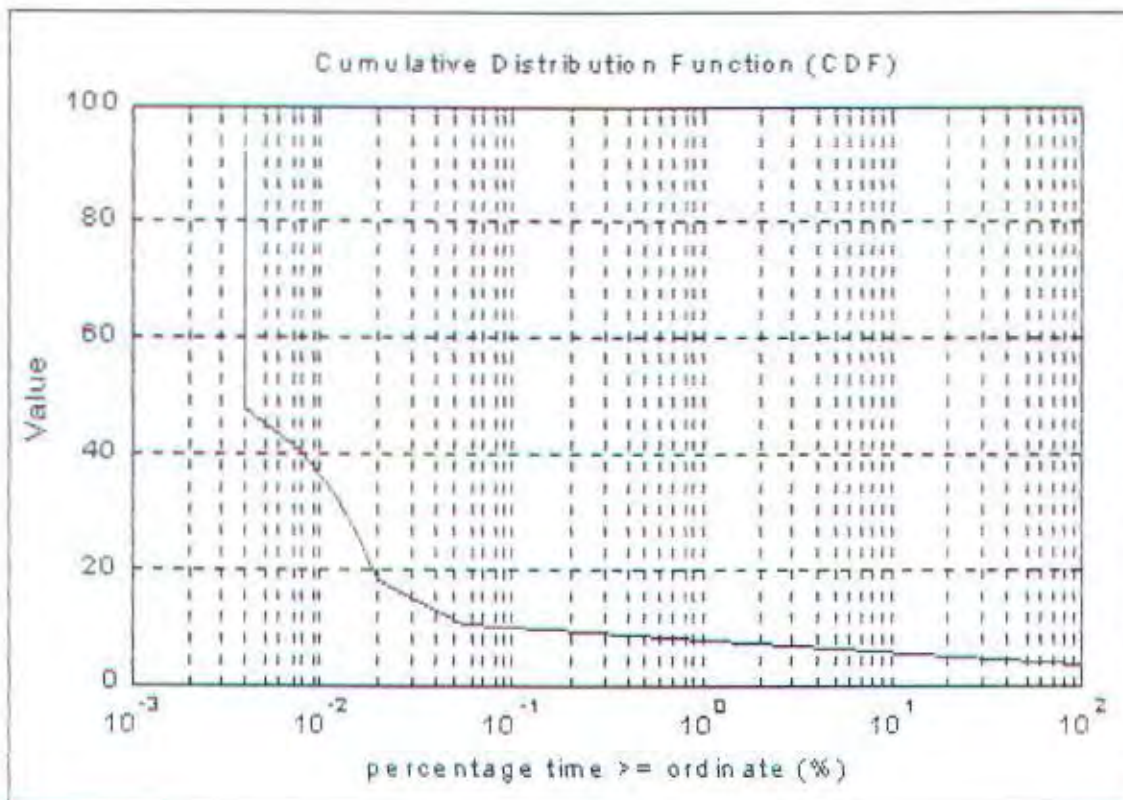
$$c. \text{ Intensitas hujan} = \left(\frac{418}{\Delta t} \right) - 11,6 \text{ jika } 1,395 \leq \Delta t < 5 \quad (4-13)$$

$$d. \text{ Intensitas hujan} = \left(\frac{456}{\Delta t} \right) - 38,8 \text{ jika } 1,035 \leq \Delta t < 5 \quad (4-14)$$

Dari hasil pengukuran intensitas hujan pada waktu yang bersamaan dengan data pengukuran redaman co-polar maka dengan simulasi program matlab di dapat besarnya intensitas hujan seperti nampak pada gambar dibawah



GAMBAR 4.11.
INTENSITAS HUJAN



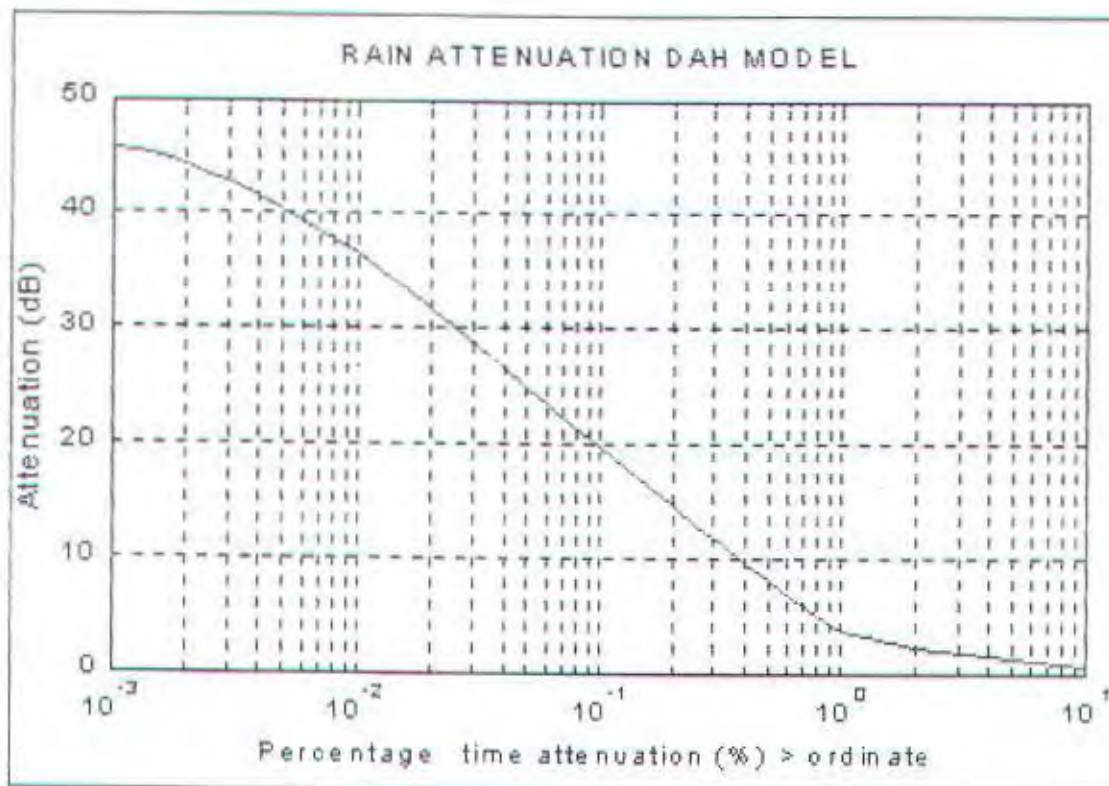
GAMBAR 4.12.
DISTRIBUSI KUMULATIF INTENSITAS HUJAN

Dari data pengukuran intensitas hujan maka dapat dicari besarnya distribusi kumulatif hujan yang dipakai untuk menyatakan besarnya persentase waktu dari hujan. Pada pengukuran intensitas hujan perlu dicari besarnya persentase waktu sebesar 0.01% untuk dipakai dalam memprediksikan besarnya redaman hujan dengan model prediksi tertentu.

Dari hasil simulasi diatas dapat dilihat bahwa harga persentase waktu sebesar 0.01 % tidak dapat diperoleh, hal ini dikarenakan jumlah sampel yang dihitung tidak mencukupi untuk memperoleh harga 0.01%.

Jika persentase waktu sebesar 0.01% diketahui sebagai contoh diambil sebesar 120 mm/jam, dengan karakteristik terminal adalah

- a. Latitude = 7.3°
- b. Altitude = 20 m



GAMBAR 4.13.
MODEL PREDIKSI REDAMAN HUJAN DAH FREKUENSI 11.198

- a. Frekuensi = 11.198 GHz
- b. Sudut Elevasi = 20°
- c. Polarisasi = 45°

maka dengan simulasi program matlab dan dengan pendekatan model prediksi hujan DAH maka dapat diperoleh besarnya redaman hujan seperti tampak pada gambar 4.12

4.2.2. ANALISA DATA HASIL PENGUKURAN PROPAGASI TERRESTRIAL

Data yang dipakai pada analisa hasil pengukuran propagasi terrestrial ini merupakan data pengukuran propagasi pada band Ka. Parameter-Parameter yang akan dianalisa meliputi ; redaman total LOS A (dynamic range penerima 0-40 dB) dan LOS B (dynamic range penerima 40-80 dB) , redaman hujan dan awan, intensitas hujan, deviasi frekuensi serta harga statistik.

4.2.2.1. Redaman Total (LOS A dan LOS B)

Pada pengukuran nilai redaman total pada propagasi ka band, untuk memperoleh dynamic range yang lebar maka sistem penerima dibagi menjadi dua bagian yaitu LOS A dengan dynamic range 0 sampai 40 dB dan LOS B dengan dynamic range 40 sampai 80 dB. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada tanggal 14 Desember 1998 didapat harga parameter kalibrasi diantaranya:

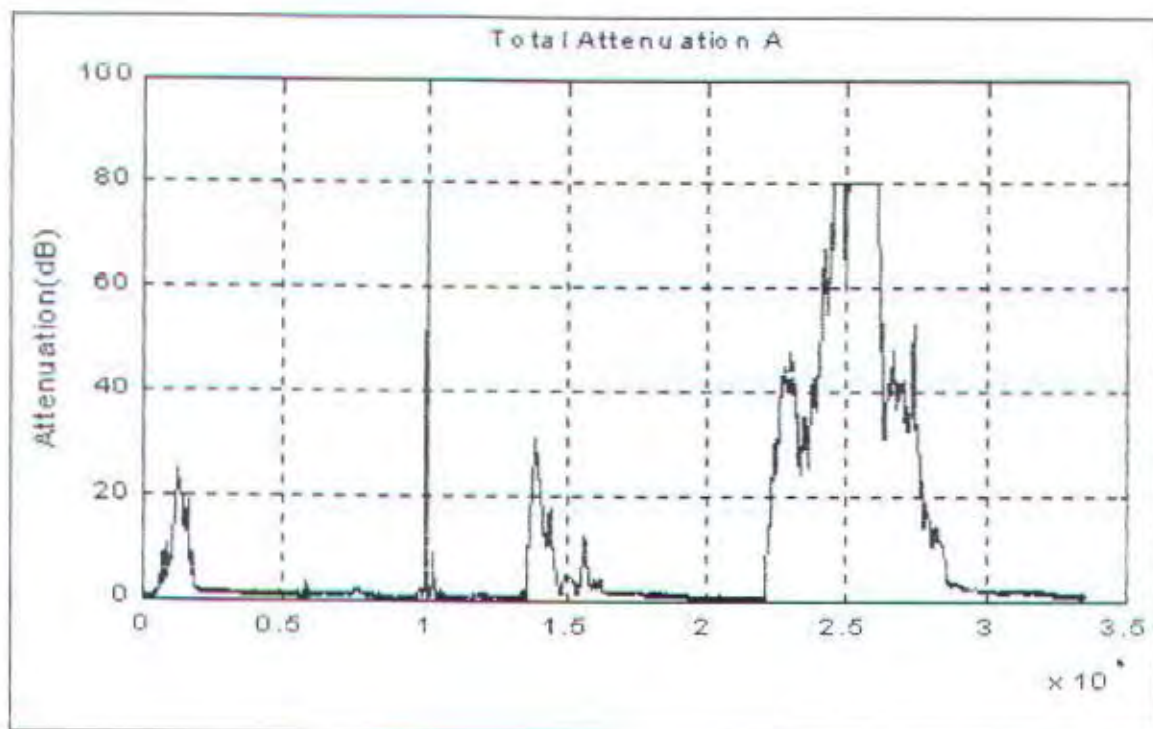
a. LOS A

- Offset = -10 dB
- Ampl = 10 dB
- Level Threshold = 4 dB
- Slope Threshold = 1 dB/10 detik

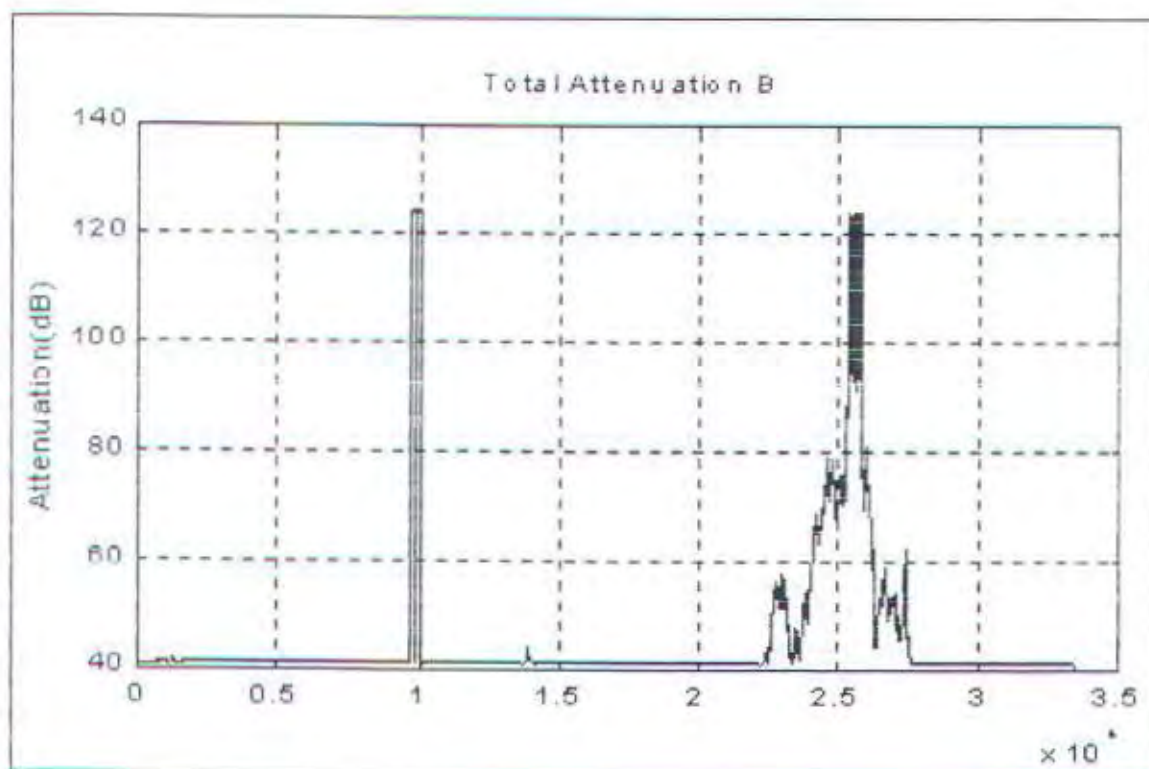
b. LOS B

- Offset = 30 dB
- Ampl = 10 dB
- Level Threshold = 43 dB
- Slope Threshold = 0 dB/10 detik

Dengan menggunakan rumus kalibrasi pada persamaan maka didapat hasil pengukuran untuk LOS A dan LOS B. Pada hasil pengukuran untuk harga LOS A dan LOSB ketika redaman melebihi nilai 80 dB maka redaman hanya dapat terdeteksi sampai 80 dB sehingga tampak bahwa bentuk redaman terpotong. Dengan bantuan program komputer yang dibuat, maka dengan metode ekstrapolasi sinyal yang terpotong akan mencapai harga maksimum pada nilai redaman 120 dB.



GAMBAR 4.14.
REDAMAN TOTAL LOS A PADA FREKUENSI 28 GHz

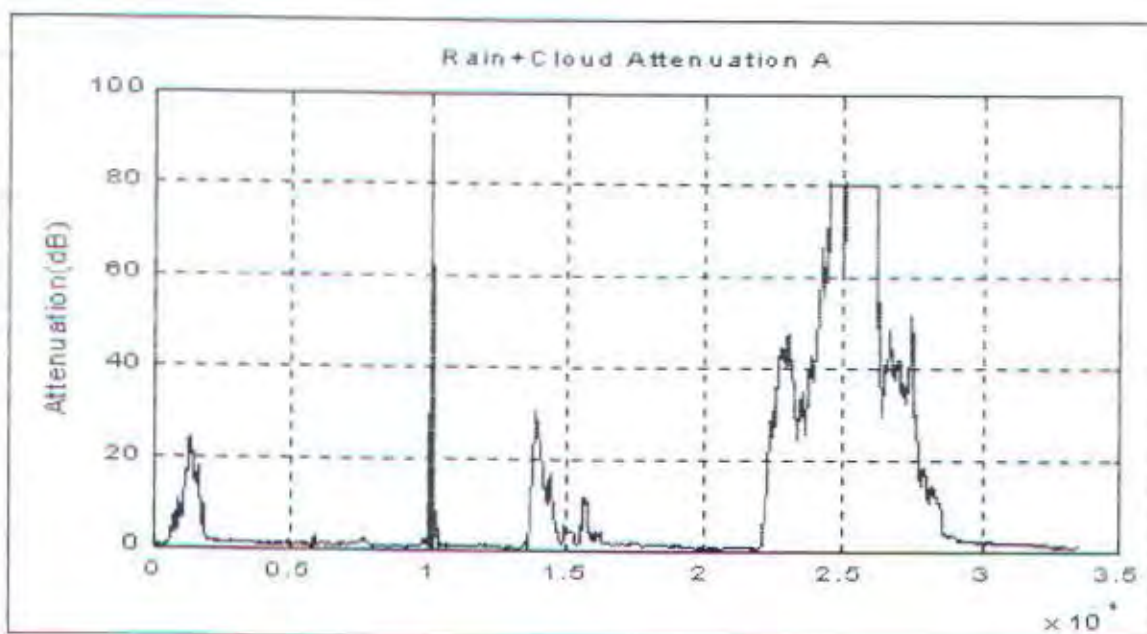


GAMBAR 4.15.
REDAMAN TOTAL LOS B PADA FREKUENSI 28 GHz

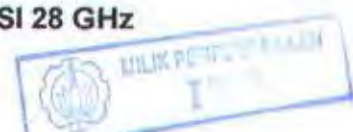
4.2.2.2. Redaman Hujan dan Awan

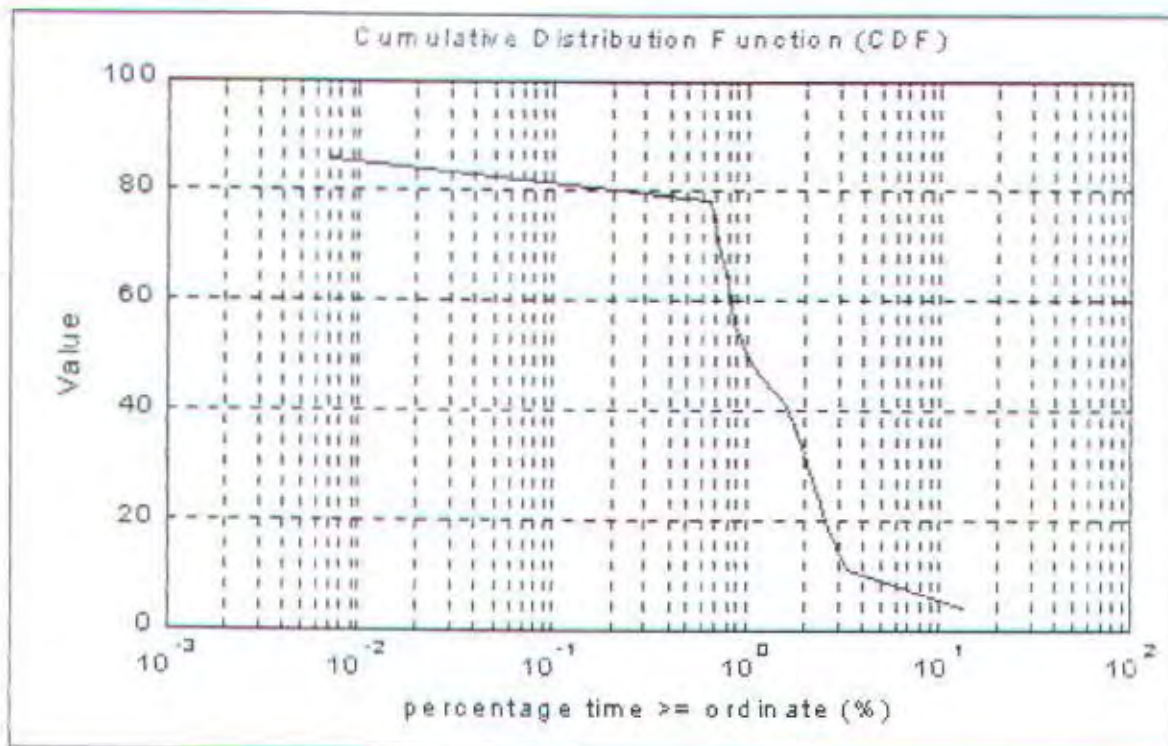
Harga redaman hujan dan awan didapat dengan mengasumsikan bahwa untuk pengukuran propagasi terrestrial besarnya redaman gas diabaikan, hal ini dilakukan karena pada pengukuran propagasi tidak disertai pengukuran antenna noise temperatur dengan menggunakan radiometer, dimana pengukuran besaran antenna noise temperatur ini dapat dipakai untuk memprediksikan besarnya redaman gas, oleh karena itu diasumsikan besarnya redaman total sebanding dengan besarnya redaman clear sky. Redaman hujan dan awan di peroleh dengan memisahkan scintillasi dari redaman clear sky dengan menggunakan moving average lowpass filter, sedangkan besarnya scintillasi dapat diperoleh dengan memakai filter highpass.

Dari analisa distribusi kumulatif dapat dicari persentase waktu dari redaman, akan tetapi besarnya nilai redaman untuk persentase sebesar 0.01 % belum dapat diketahui, hal ini dikarenakan jumlah data yang tidak memadai, sehingga perlu dilakukan analisa untuk data yang lebih mencukupi, sebagai contoh analisa data untuk satu tahun.

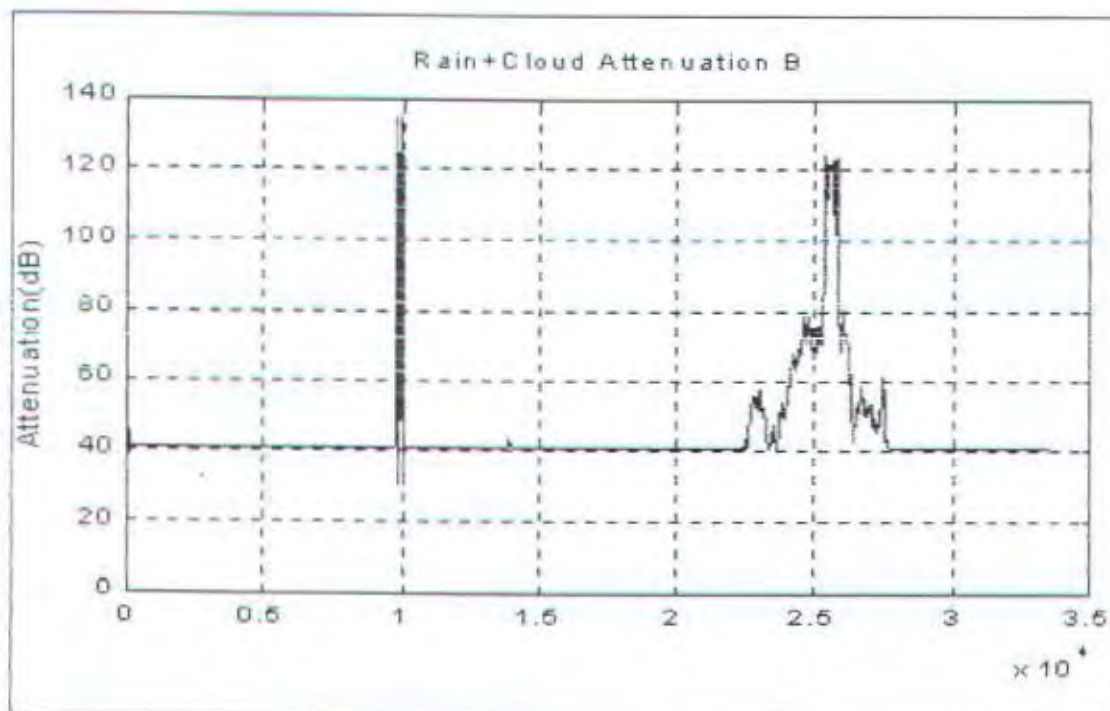


GAMBAR 4.16.
REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS A PADA FREKUENSI 28 GHz

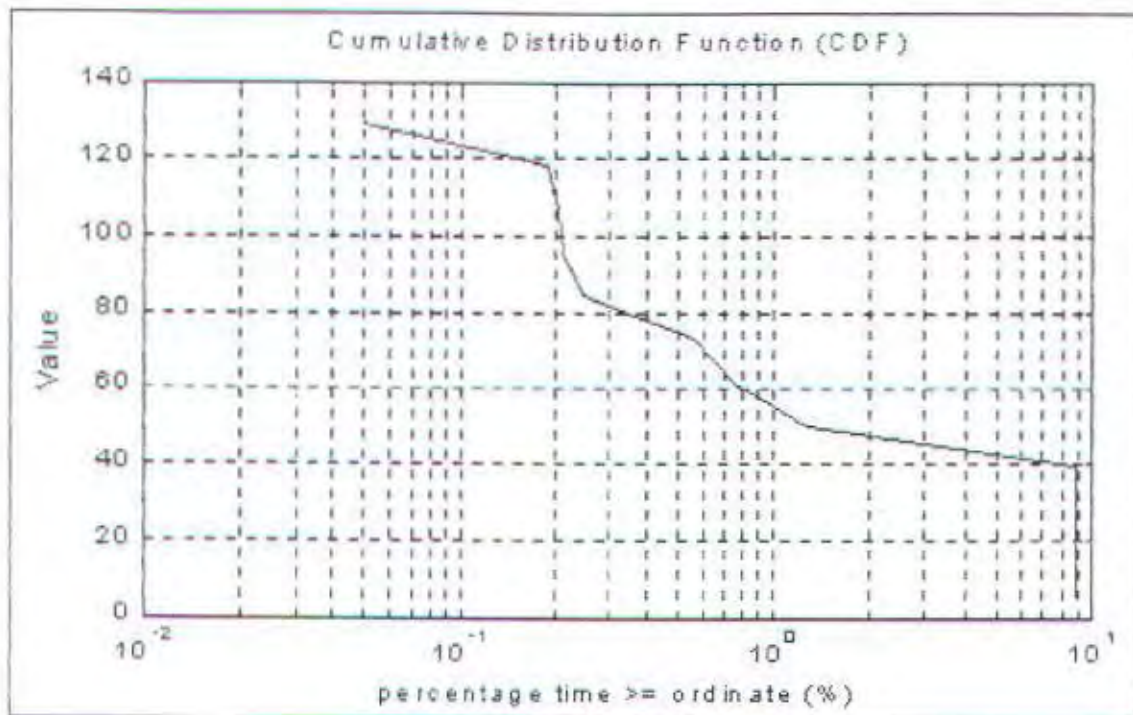




GAMBAR 4.17.
DISTRIBUSI KUMULATIF
REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS A PADA FREKUENSI 28 GHz



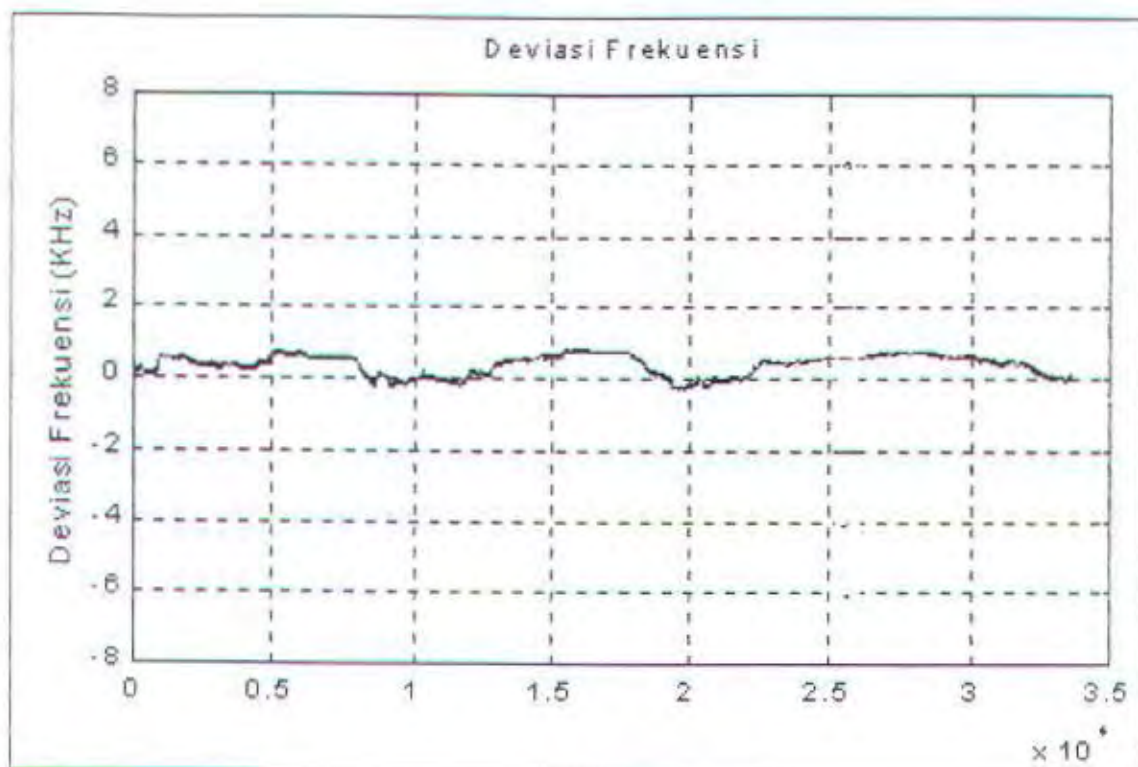
GAMBAR 4.18.
REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS B PADA FREKUENSI 28 GHz



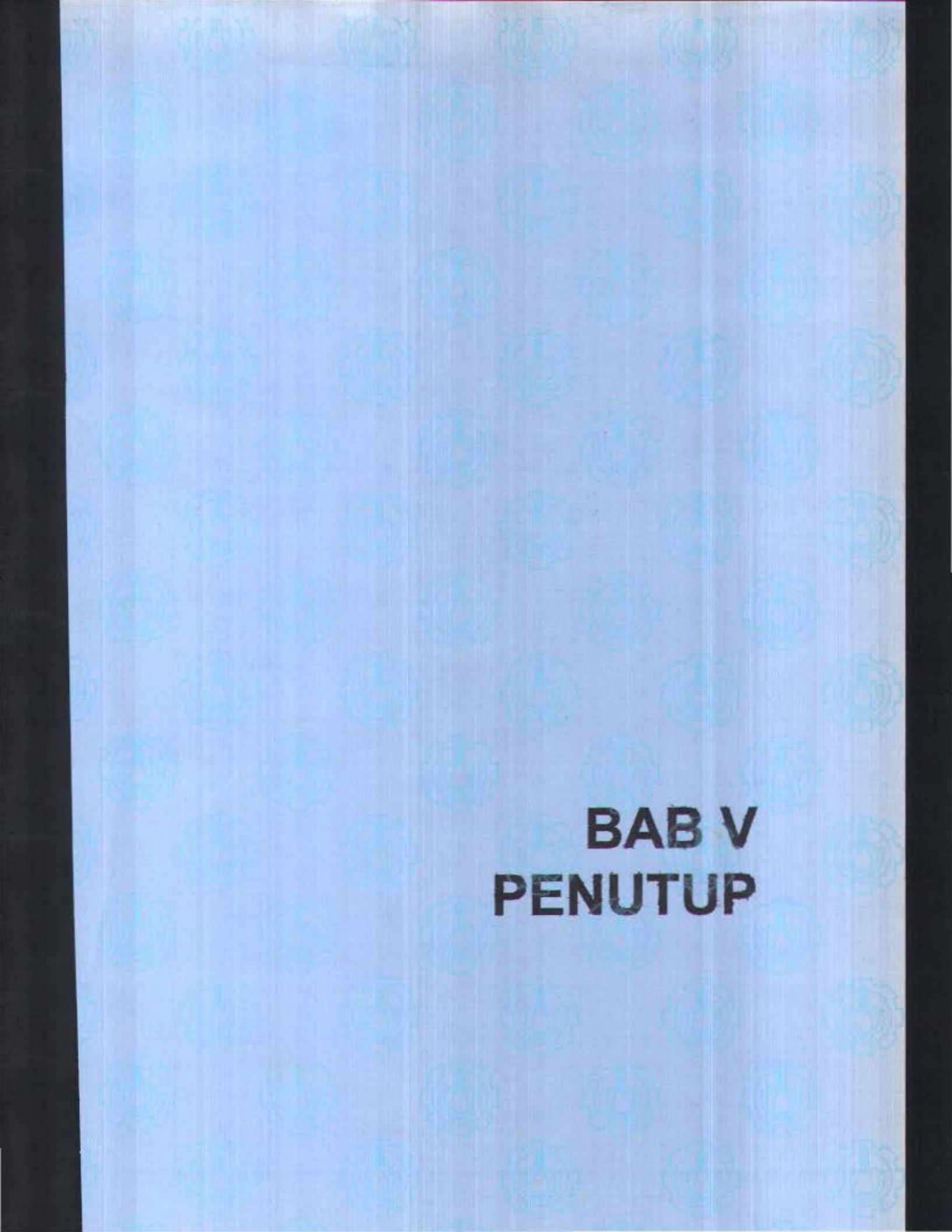
GAMBAR 4.19.
DISTRIBUSI KUMULATIF
REDAMAN HUJAN DAN AWAN LOS B PADA FREKUENSI 28 GHz

4.2.2.3. Deviasi Frekuensi

Pengukuran parameter deviasi frekuensi berfungsi untuk mendeteksi perubahan frekuensi ketika sinyal dipancarkan dengan frekuensi ketika diterima. Pendeteksian ini dilakukan dengan cara memasang oscilator dengan frekuensi yang sama antara sisi pemancar dan penerima. Hasil pengukuran deviasi frekuensi pada frekuensi 28 GHz memberikan hasil bahwa perubahan frekuensi berkisar pada nilai 1 KHz.



GAMBAR 4.20.
DEVIASI FREKUENSI PADA FREKUENSI 28 GHz



BAB V

PENUTUP

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pada Sistem data akuisisi, sebelum sinyal input disampling, perlu dilakukan pengolahan sinyal input terlebih dahulu diantaranya pengkondisian sinyal, pembatasan sinyal, penentuan frekuensi sampling yang tepat serta perlu adanya anti aliasing filter.
2. Perlu dilakukannya kalibrasi peralatan secara akurat dan pemisahan data yang tidak berguna sebelum dilakukan analisa statistik pada data.
3. Pemilihan jenis filter dalam pengolahan data hasil pengukuran sangat mempengaruhi nilai data yang ingin dicari.
4. Pada pengukuran propagasi satelit, besarnya sky temperatur berbanding lurus dengan besarnya redaman radiometer yang juga berbanding lurus dengan redaman copolar beacon.
5. Dari hasil simulasi redaman total propagasi satelit untuk frekuensi 11.98 dB, harga redaman dapat mencapai nilai redaman total sebesar 30 dB dan untuk frekuensi 28 GHz dapat mencapai nilai redaman total sebesar 130 dB sedangkan besarnya scintillasi berkisar dari 1 dB sampai 2 dB.

5.2. SARAN

Saran yang dapat diberikan penulis, setelah menyusun tugas akhir ini diantaranya adalah :

1. Perlu dipilihnya ADC yang sesuai dengan kebutuhan dari sistem data akuisisi yang diinginkan.
2. Untuk mencari nilai statistik pada persentase waktu sebesar 0.01 % maka dibutuhkan jumlah data yang memadai, sehingga pengukuran propagasi sebaiknya dilakukan minimal selama dua tahun.
3. Untuk menghemat biaya dalam sistem data akuisisi, sebaiknya nilai statistik yang ingin dicari ditentukan pada saat pengambilan data (on-line processing).
4. Kalibrasi peralatan sebaiknya dilakukan secara periodik, sehingga data yang diperoleh akurat.

DAFTAR PUSTAKA

1. "Acquisition, Presentation and Analysis of Data in Studies of Tropospheric Propagation", Recommendation ITU-R PN.311-7, ITU-R Recommendations, PN Series, ITU, Geneva, 1994, hal. 10-33.
2. A. Suryanto, A. Affandi, Endroyono, "Perencanaan ADC Untuk Akuisisi Data Pada Pengukuran Karakteristik Propagasi", "Laporan Penelitian ITS, 1992.
3. A.W. Dissanayake, J.E. Allnutt, and F. Haidara, "A Prediction Model that Combines Rain Attenuation and Other Propagation Impairments Along Earth-Satellite Path", IEEE Trans. Antennas and Propagation, vol. 45, No. 10, october 1997.
4. C. Bostian, T. Pratt, W.L. Stutzman, "Result of a Three-Year 11.6 GHz Low Angle Propagation Experiment Using the SIRIO satellit ", IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. AP-34, No. 1, January 1986.
5. D.V. Rogers, L.J. Ippolito, F. Davarian, " System Requirements for Ka-Band Earth-Satellite Propagation Data ", Proceeding IEEE, Vol.85, No.6, Juni 1997, hal. 810-820.
6. F. Davarian, "Earth-Space Links and Fade-Duration Statistics", Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, hal.7-12



7. G. Brussaard, A. Hornbostel, J.Lavergant, C. Mallet, " *Radiometry and Meteorological measurements Reference Book Chapter 3* ", OPEX.
8. J. Goldhirsh, B.H. Musiani, W.J. Vogel, " *Cumulative Fade Distributions and Frequency Scaling Techniques at 20 GHz from the Advanced Communications Technology Satellite and at 12 GHz from the Digital Satellite System* ", Proceeding of the IEEE, vol. 85, No. 6, June 1997.
9. J.S. Bendat, A.G. Piersol, " *Random Data Analysis and Measurement Procedures* ", John Wiley & Sons, 2 Edition, 1986.
10. Louis J. Ippolito, Propagation Effects Handbook for Systems Design : " *A Summary of Propagation Impairments on 10 to 100 GHz Satellite Links with Techniques for System Design* ", NASA Reference Publication 1082(04), 1989, hal. 3-66.
11. M. Alouini, S.A. Borgsmiller, P.G. Steffes, " *Channel Characterization and Modelling for Ka-Band Very Small Aperture Terminals* ", Proceeding of the IEEE, vol. 85, No. 6, June 1997, hal.981-997.
12. M. Hata, S.Doi, " *Propagation Test for 23 GHz and 40 GHz* ", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-1, No.4, September 1983, hal.658-673.
13. " *Propagation data and prediction methods required for the design of earth-space telecommunications System* ", Recommendation ITU-R PN.618-4, ITU-R Recommendations, PN Series, ITU, Geneva, 1995, hal. 249-267.

14. P. Sobieski, G. Brussaard, A.Laloux, M. Van Schingen, "*Evaluation of an Effective Medium Temperature from Radiometric-Satellite Beacons Comparisons* ", Proceeding Ursi Comission F 1983 Symposium, Belgia, Juni 1983, hal.225-231.
15. P. Sobieski, G. Brussaard, A.Laloux, M. Van Schingen, "*Qualification of Radiometric Statistics by Satellite-Earth Path Beacons* ", Proceeding Ursi Comission F 1983 Symposium, Belgia, Juni 1983, hal.151-155.
16. R.K. Crane, Xuhe Wang, D.B. Westenhaver, W.J. Vogel, " *ACTS Propagation Experiment : Experiment Design, Calibration, and Data Preparation and Archival* ", Proceeding of the IEEE, vol. 85, No. 6, June 1997, hal. 863-878.
17. S. Horan, " *ACTS Propagation Experiment Progam: Rain Gauge calibration report* ".
18. T.J. Mousley, P. Lo, J. Haddon, G. Weaver, E. Vilar, "*The Efficient Acquisition and Processing of Propagation Statistics* ", IERE, Vol. 55, No.3, Maret, 1985, hal.97-103.
19. Y. Karasawa, Y. Maekawa, " *Ka-Band Earth-Space Propagation Research in Japan* ", *Proceeding IEEE*, Vol.85, No.6, Juni 1997.hal. 821-830.
20. Y.karasawa, T. Matsudo, " *Characteristics of Fading on Low Elevation Angle Earth Space Path with Concurrent Rain Attenuation and Scintillation* ", IEEE Transaction on Antena and Propagation, Vol.39, No.8, Mei 1991.

```
%Program Pemrosesan Data Propagasi%
%Oleh : Edi Nursuhanto (2294 100 162)%
%Elektro-FTI-ITS-Surabaya%
%Matlab Versi 5.0%
```

```
%PROGRAM UTAMA%
```

```
function akuisisika(action)
    global nam mat fid menu1 w h s popupstr1 voltoff
    global aa be ce de ee ef ge ha ii je sampl temp
    global menu2 menu3 menu4 menu5 menu6 menu7 strings
    global menu8 menu9 menu10 menu11 menu12 menu13 rainoff
    global menu14 menu15 menu16 datainfo menu17 menu18
    global rain buka copo gain feed fnoise frek diamet
    global room out reff frekdevi losa losb devfrek roomtemp
    global SlideShowtextStr geserawal awal coff camp
    global feedoff feedamp frekoff frekamp fdevoff fdevamp
    global losboff losbamp roomoff roomamp otpmp otpff
    global la hs r01 ea fr pa losaoff losaamp jaribumi
    global lai hsi r01i eai fri pai hldah hlitur Hitur
    global ladah tempdah relhdah frdah eldah ddah Hdah
    global laitur tempitur relhitur fritur elitur ditur

    switch action
    case 'bacadata'%Fungsi untuk membaca rawdata
        ButtonName=questdlg('Sudah inputkan data Kalibrasi?', ...
            'Data Question', ...
            'Sudah','Input kalibrasi','Input kalibrasi');
        switch ButtonName,
        case 'sudah',
            close(gcf);
        case 'Input kalibrasi',
            ButtonNam=questdlg('Pilih Parameter kalibrasi?', ...
                'Data Question', ...
                'Satelit','Terrestrial','Terrestrial');
            switch ButtonNam,
            case 'Satelit'
                akuisisika('ampoffsat');
            case 'Terrestrial'
                akuisisika('ampoffterr');
            end
        end % switch
        w = 400;
        h = 400;
        s = get(0, 'ScreenSize');
        [namas,path] = uigetfile('*.drp','Open File',(s(3)-w)/2, (s(4)-h)/2);
        nam = [path,namas]
        if nam==0,
            msgbox('Tidak jadi buka data','Open Message')
        end
        [fid,pesan] = fopen(nam,'r','l');
        if (fid==2)|(fid==-1),
            msgbox(pesan,'Open Message')
        end
        [mat,sum] = fread(fid,[10 inf],'int16');
        k = mat';
        aa = k(:,1);
        be = k(:,2);
        ce = k(:,3);
        de = k(:,4);
```



```

ee = k(:,5);
ef = k(:,6);
ge = k(:,7);
ha = k(:,8);
ii = k(:,9);
je = k(:,10);
fclose(fid);

```

```

case 'simpandata'%Fungsi untuk menyimpan rawdata
w = 400;
h = 400;
s = get(0, 'ScreenSize');
[nama,path]=uiputfile('* .drp','Simpan Data',(s(3)-w)/2, (s(4)-h)/2);
nam = [path,nama];
if nam==0
    msgbox('Tidak jadi simpan data','Save Message')
end
[fid,pesan]=fopen(nam,'w','l');
if (fid==2)|(fid==-1),
    msgbox(pesan,'Save Message')
end
fwrite(fid,mat,'int16');
fclose(fid);

```

```

case 'appenddata'%Fungsi untuk mengelompokkan rawdata
w = 400;
h = 400;
s = get(0, 'ScreenSize');
[nama,path]=uiputfile('* .drp','Append Data',(s(3)-w)/2, (s(4)-h)/2);
nam = [path,nama];
if nam==0
    msgbox('Tidak jadi append data','Append Message')
end
[fid,pesan]=fopen(nam,'a+','l');
if (fid==2)|(fid==-1),
    msgbox(pesan,'Append Message')
end
fwrite(fid,mat,'int16');
fclose(fid);

```

```

case 'timing'%Fungsi untuk pewaktuan
handle = findobj(gcf,'Tag','EditText1');
jamstart=str2num(get(handle,'String'));
handle1 = findobj(gcf,'Tag','EditText2');
menitstart=str2num(get(handle1,'String'));
handle2 = findobj(gcf,'Tag','EditText3');
detikstart=str2num(get(handle2,'String'));
handle3 = findobj(gcf,'Tag','EditText4');
ddstart=str2num(get(handle3,'String'));
handle4 = findobj(gcf,'Tag','EditText5');
mmstart=str2num(get(handle4,'String'));
handle5 = findobj(gcf,'Tag','EditText6');
yystart=str2num(get(handle5,'String'));

```

```

case 'temperatur'%Variabel input karakteristik penerima
prompt={'Gain Antena (dBm):','Frekuensi (GHz):','Diameter Antena (Meter):','Temperatur medium (K):','Frekuensi Sampling (Hz):'};
def={'33','28','0.21','270','1'};
titl='Inputkan Parameter Sistem';

```

```

lineNo=1;
answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
gain=str2num(char(answer(1,:)));
if gain<0
    warndlg('Gain antenna tidak boleh lebih kecil nol','Gain message')
end
frek=str2num(char(answer(2,:)));
if frek<0
    warndlg('Frekuensi tidak boleh lebih kecil nol','Frekuensi message')
end
diamet=str2num(char(answer(3,:)));
if diamet<0
    warndlg('Diameter antenna tidak boleh lebih kecil nol','Diameter message')
end
temp=str2num(char(answer(4,:)));
if (temp<270)||(temp>290)
    warndlg('270=<Mediun Temperatur<=290','Temperatur message')
end
saml=str2num(char(answer(5,:)));
if saml<0
    warndlg('Frekuensi sampel tidak boleh lebih kecil nol','Frek. Sampel message')
end

```

```

case 'satthreshold'%Variabel input besarnya threshold penerima satelit
    prompt={'Copolar (dB):','Feed Noise Temperatur(K):','Frekuensi Deviasi(KHz):','Room Temperatur(K):','Outside Temperatur (K):','Reff. Temperatur Radiometer'};
    def={'1.5',' ',' ',' ',' '};
    titl='Nilai Threshold Link Satelit';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
    copo=str2num(char(answer(1,:)));

```

```

case 'terrthreshold'%Variabel input besarnya threshold penerima terrestrial
    prompt={'LOS A (dB):','LOS B (dB):','Deviasi Frekuensi (KHz):','Room Temperatur:'};
    def={' ',' ',' '};
    titl='Nilai Threshold Link Terrestrial';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
    losa=str2num(char(answer(1,:)));
    losb=str2num(char(answer(2,:)));
    devfrek=str2num(char(answer(3,:)));
    roomtemp=str2num(char(answer(4,:)));

```

```

case 'ampoffsetsat'%Variabel Input kalibrasi satelit
    prompt={'Copolar Offset (dB):','Copolar Amp.(dB):','Outside Temp. Offset(C):','Outside Temp. Amp (C):','...','Feed Noise Temp. Offset (K):','Feed Noise Temp. Amp. (K):','Frek. Test Offset (KHz):','Frek. Test Amp. (K):','...','Test Volt. Offset(V)'};
    def={'30','-3.33','10','2','-28.9','42.16','-15','3','-5'};
    titl='Nilai Offset dan Penguatan Link Satelit';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
    coff=str2num(char(answer(1,:)));
    camp=str2num(char(answer(2,:)));
    otppff=str2num(char(answer(3,:)));
    otppmp=str2num(char(answer(4,:)));
    feedoff=str2num(char(answer(5,:)));
    feedamp=str2num(char(answer(6,:)));

```



```

frekoff=str2num(char(answer(7,:)));
frekamp=str2num(char(answer(8,:)));
voltoff=str2num(char(answer(9,:)));

```

```

case 'ampoffterr'%Variabel Input kalibrasi terrestrial

```

```

prompt=['Frek. Deviasi Offset (KHz):','Frek. Deviasi Amp.(KHz):','LOS A
Offset(dB):','LOSS A Amp (dB):',...
'LOS B Offset (dB)','LOS B Amp. (dB)',...
'Room Temp. Offset (C)','Room Temp. Amp (C)','Rainmeter Offset'];
def=['-32','4.55','-10','10','30','10','10','2','-5'];
titl='Nilai Offset dan Penguatan Link Terrestrial';
lineNo=1;
answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
fdevoff=str2num(char(answer(1,:)));
fdevamp=str2num(char(answer(2,:)));
losaoff=str2num(char(answer(3,:)));
losaamp=str2num(char(answer(4,:)));
losboff=str2num(char(answer(5,:)));
losbamp=str2num(char(answer(6,:)));
roomoff=str2num(char(answer(7,:)));
roomamp=str2num(char(answer(8,:)));
rainoff=str2num(char(answer(9,:)));

```

```

case 'DAHinput'%Input DAH model

```

```

prompt=['Lintang Stasiun Bumi ( 0-90 deg):','Ketinggian Stasiun Bumi di atas
permukaan laut (km):',...
'Laju Hujan 0.01% (mm/h) max 150 mm/h:','Sudut Elevasi ( 0-90 deg):',
'Frekuensi ( 4-35 GHz):','Sudut Polarisasi (45 deg (RHCP)):',...
'Jari-Jari Efektif Bumi (Km):'];
def=[' ',' ',' ',' ','8500'];
titl='Data Input Model Redaman Hujan DAH';
lineNo=1;
answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
la=str2num(char(answer(1,:)))
if (la<0)|(la>90)
    warndlg('Silahkan inputkan data lagi, Nilai:0<=Lintang stasiun bumi<=90
deg','Lintang SB Message')
end
hs=str2num(char(answer(2,:)))
if hs<0
    warndlg('Ketinggian stasiun bumi tidak boleh lebih kecil nol','SB message')
end
r01=str2num(char(answer(3,:)))
if (r01<0)|(r01>150)
    warndlg('Nilai rain rate harus: 0<=Rain rate<=150 mm/h','Rain rate message')
end
ea=str2num(char(answer(4,:)))
if (ea<0)|(ea>90)
    warndlg('Silahkan inputkan data lagi, Nilai:0<=elevasi<=90 deg','Sudut Elevasi
Message')
end
fr=str2num(char(answer(5,:)))
if (fr<4)|(fr>35)
    warndlg('Frekuensi harus: 4<=frekuensi<=35 GHz','Frekuensi message')
end
pa=str2num(char(answer(6,:)))
if (pa<0)
    warndlg('Sudut polarisasi tidak boleh < 0','Polarisasi Message')
end

```

```

jaribumi=str2num(char(answer(7,:)));
if (jaribumi<0)
    warndlg('Jari-jari bumi tidak boleh < 0','Jari-jari bumi Message')
end

```

```

case 'ITURinput'%Input ITU-R Model

```

```

    prompt={'Harga Mutlak Lintang Stasiun Bumi ( 0-90 deg):','Ketinggian Stasiun Bumi di
    atas permukaan laut (km):',...
    'Laju Hujan 0.01% (mm/h max. 150 mm/h):','Sudut Elevasi ( 0-90 deg):',
    'Frekuensi ( 4-35 GHz):','Sudut Polarisasi (deg 45 for RHCP):',...
    'Jari-Jari Efektif Bumi (Km):'};
    def={' ',' ',' ',' ','8500'};
    titl='Data Input Model Redaman Hujan ITU-R';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
    lai=str2num(char(answer(1,:)));
    if (lai<0)|(lai>90)
        warndlg('Silahkan inputkan data lagi, Nilai:0<=Lintang stasiun bumi<=90
        deg','Lintang SB Message')
    end
    hsi=str2num(char(answer(2,:)));
    if hsi<0
        warndlg('Ketinggian stasiun bumi tidak boleh lebih kecil nol','SB message')
    end
    r01i=str2num(char(answer(3,:)));
    if (r01i<0)|(r01i>150)
        warndlg('Nilai rain rate harus: 0<=Rain rate<=150 mm/h','Rain rate message')
    end
    eai=str2num(char(answer(4,:)));
    if (eai<0)|(eai>90)
        warndlg('Silahkan inputkan data lagi, Nilai:0<=elevasi<=90 deg','Sudut Elevasi
        Message')
    end
    fri=str2num(char(answer(5,:)));
    if (fri<4)|(fri>35)
        warndlg('Frekuensi harus: 4<=frekuensi<=35 GHz','Frekuensi message')
    end
    pai=str2num(char(answer(6,:)));
    if (pai<0)
        warndlg('Sudut polarisasi tidak boleh < 0','Polarisasi Message')
    end
    jejariBumi=str2num(char(answer(7,:)));
    if (jejariBumi<0)
        warndlg('Jari-jari bumi tidak boleh < 0','Jari-jari bumi Message')
    end
end

```

```

case 'scinITUR'%Input Scintillasi ITU-R Model

```

```

    prompt={'Ambient Temperatur Rata-rata(C):','Kelembaban Relatif Rata-Rata (%)',...
    'Frekuensi (4<=f<=20 GHz):','Sudut Elevasi(4-90 deg):','Diameter Antena
    (m):','Aperture Effesiensi Antena :',...
    'Ketinggian Lap. Turbulent:'};
    def={' ',' ',' ',' ','0.5'};
    titl='Data Input Model Redaman Scintillasi DAH';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
    tempitur=str2num(char(answer(1,:)));
    relhitur=str2num(char(answer(2,:)));
    if (relhitur<0)
        warndlg('Kelembaban relatif tidak boleh < 0','Relatif Humidity Message')
    end

```



```

end
fritur=str2num(char(answer(3,:)));
if (fritur<4)||(fritur>20)
    warndlg('Nilai frekuensi harus : 4-20 GHz','Frekuensi Message')
end
elitur=str2num(char(answer(4,:)));
if (elitur<4)||(elitur>90)
    warndlg('Sudut Elevasi harus : 4-90 GHz','Elevasi Message')
end
ditur=str2num(char(answer(5,:)));
if (ditur<0)
    warndlg('Diameter antenna tidak boleh < 0','Diameter Message')
end
Hitur=str2num(char(answer(6,:)));
if (Hitur<0)||(Hitur>1)
    warndlg('Effisiensi harus : 0-1','Effisiensi Message')
end
hlitur=str2num(char(answer(7,:)));
if (hlitur<0)
    warndlg('Ketinggian lap. turbulent tidak boleh < 0','Turbulent Message')
end

```

```

case 'scinDAH'%Input Scintillasi DAH Model
    prompt={'Ambient Temperatur Rata-rata(C):','Kelembaban Relatif Rata-Rata (%)',...
        'Frekuensi (4<=f<=20 GHz):','Sudut Elevasi>=4 derajat (deg):',...
        'Diameter Antena (m):','Aperture Effisiensi Antena :','Ketinggian Lap. Turbulent:'};
    def={' ',' ',' ','0 5' };
    titl='Data Input Model Redaman Scintillasi DAH';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,titl,lineNo,def)
    tempdah=str2num(char(answer(1,:)));
    relhdah=str2num(char(answer(2,:)));
    if (relhdah<0)
        warndlg('Kelembaban relatif tidak boleh < 0','Relatif Humidity Message')
    end
    frdah=str2num(char(answer(3,:)));
    if (frdah<4)||(frdah>20)
        warndlg('Nilai frekuensi harus : 4-20 GHz','Frekuensi Message')
    end
    eldah=str2num(char(answer(4,:)));
    if (eldah<4)||(eldah>90)
        warndlg('Sudut Elevasi harus : 4-90 GHz','Elevasi Message')
    end
    ddah=str2num(char(answer(5,:)));
    if (ddah<0)
        warndlg('Diameter antenna tidak boleh < 0','Diameter Message')
    end
    Hdah=str2num(char(answer(6,:)));
    if (Hdah<0)||(Hdah>1)
        warndlg('Effisiensi harus : 0-1','Effisiensi Message')
    end
    hldah=str2num(char(answer(7,:)));
    if (hldah<0)
        warndlg('Ketinggian lap. turbulent tidak boleh < 0','Turbulent Message')
    end
end

```

```

case 'menuredaman'%Menghitung nilai hasil ukur
    clear hndis
    clear hndI

```

```

hndl=get(gcbo,'Value');
strings=get(gcbo,'String');
if (hndl==1)&(isempty(menu1)==0)&(strings(1,1:19)=='Copolar Attenuation'))
    clear hndl
    clear hndls
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for i=1:100,
        buk78=(aa/(409.6))*(camp)+coff;
        buka=[buk78];
        waitbar(i/100)
    end
    close(h)
    [panjang,l]=size(buka);
    awal = 1:panjang;
    plot(awal,buka)
    grid
    title('Satelit Copolar Attenuation')
    xlabel('Time (second)')
    ylabel('Total Attenuation(dB)')
    hold off
elseif (hndl==2)&(isempty(menu2)==0)&(strings(2,1:22)=='Radiometer Attenuation'))
    clear hndl
    clear hndls
    buka1=(ee/409.6)*(feedamp)+feedoff;
    [panjang,k] = size(buka1);
    awal=1:panjang;
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for i=1:100,
        Tsky=(buka1-(0.01.*164)-(0.01.*300)-(0.01.*9))./(0.97);
        Red=10.*(log10((270-16.63)./(270-Tsky)));
        waitbar(i/100)
    end
    close(h)
    buka=[Red];
    plot(awal,buka)
    grid
    title('Radiometer Attenuation')
    xlabel('Time (second)')
    ylabel('Rad.Attenuation(dB)')
    hold off
elseif (hndl==3)&(isempty(menu3)==0)&(strings(3,1:23)=='(Rain+cloud)Attenuation'))
    clear hndl
    clear hndls
    buka2=(ee/409.6)*feedamp+feedoff;
    [panjang,s]=size(buka2);
    k=1:panjang;
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for kais=1:100,
        Red(1:panjang)=10.*(log10((270-16.63)./(270-(buka2(1:panjang)-(0.01.*164)-(0.01.*300)-(0.01.*9))./(0.97)))));
        total(1:panjang)=(aa(1:panjang)./409.5)*(camp)+coff;
        for m=1:length(Red)
            if (Red(m)>1.5)
                clearatt(m)=(aa(m)./409.5)*(camp)+coff-1.5;
            else
                clearatt(m)=total(m)-Red(m);
            end;
        end;
        cleari=clearatt(1:length(clearatt));

```



```

[num,dem]=lpbutt(5,0.01);
y=filter(num,dem,cleari);
awal=1:length(y);
buka=[abs(y)];
waitbar(kais/100)
end
close(h)
plot(awal,buka)
grid
title('Satelit Attenuation (cloud+rain)')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Attenuation(dB)')
hold off
elseif (hnd1==4)&(isempty(menu4)==0)&(strings(4,1:9)=='Rain Rate'))
clear hnd1
clear hndis
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for ff=1:100,
    bukarain=abs(ii./100);
    waitbar(ff/100)
end
close(h)
[panjang,s] = size(bukarain);
for i=1:length(bukarain)
    if (bukarain(i)==0)|(bukarain(i)>=200)
        bukarain(i)=0;
    else
        if (bukarain(i)>=5)
            bukarain(i)=(360./bukarain(i));
        elseif (bukarain(i)>=1.395)&(bukarain(i)<5)
            bukarain(i)=(418./bukarain(i))-11.6;
        elseif (bukarain(i)>1.035)&(bukarain(i)<5)
            bukarain(i)=(456./bukarain(i))-38.8;
        end
    end
end
buka=[bukarain];
awal=1:length(bukarain)
plot(awal,buka)
grid
title('Rain Rate')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Rain rate(mm/Jam)')
hold off
elseif (hnd1==5)&(isempty(menu5)==0)&(strings(5,1:14)=='Sky Temperatur'))
clear hnd1
clear hndis
buka3=(ee/409.6)*(feedamp)+feedoff;
panjang = length(buka3);
awal=1:panjang;
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for i=1:100,
    buk=(buka3-(0.01*164)-(0.01*300)-(0.01*9))/(0.97);
    waitbar(i/100)
end
close(h)
buka=[buk];
plot(awal,buka)
grid

```

```

title('Sky Temperatur')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Temperatur (K)')
hold off
elseif (hndi==6)&(isempty(menu6)==0)&(strings(6,1:13)=='Scintillation'))
clear hndi
clear hndis
buka4=(ee/409.6)*(feedamp)+feedoff;
[panjang,s]=size(buka4);
k=1:panjang;
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for i=1:100,
    Red(1:panjang)=10.*(log10((270-16.63)./(270-((buka4(1:panjang)-(0.01.*164)-
(0.01.*300)-(0.01.*9))./(0.97)))));
    total(1:panjang)=((aa(1:panjang)/409.5).*(camp)+coff);
    for m=1:length(Red)
        if (Red(m)>1.5)
            clearatt(m)=((aa(m)/409.5).*(camp)+coff)-1.5;
        else
            clearatt(m)=total(m)-Red(m);
        end;
    end;
    cleari=clearatt(1:length(clearatt));
    [num,dem]=lpfbutt(5,0.4);
    y=filter(num,dem,cleari);
    rain=abs(y);
    buka(k)=cleari(k)-rain(k);
    waitbar(i/100)
end
close(h)
awal=1:length(buka)
plot(awal,buka)
grid
title('Satelit Scintillation')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Scintillation (dB)');
hold off
elseif (hndi==7)&(isempty(menu7)==0)&(strings(7,1:19)=='ACA/ACS Attenuation'))
clear hndi
clear hndis
buka5=(ee/409.6)*(feedamp)+(feedoff);
[panjang,s]=size(buka5);
k=1:panjang;
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for i=1:100,
    Red(1:panjang)=10.*(log10((270-16.63)./(270-((buka5(1:panjang)-(0.01.*164)-
(0.01.*300)-(0.01.*9))./(0.97)))));
    total(1:panjang)=((aa(1:panjang)/409.5).*(camp)+coff);
    for m=1:length(Red)
        if (Red(m)>1.5)
            clearatt(m)=((aa(m)/409.5).*(camp)+coff)-1.5;
        else
            clearatt(m)=total(m)-Red(m);
        end;
    end;
    end;
    waitbar(i/100)
end
close(h)
buka=[clearatt(1:length(clearatt))];

```



```

    awal = 1:length(buka);
    disp(buka);
    plot(awal,buka)
    grid
    title('ACA/ACS Attenuation')
    xlabel('Time (second)')
    ylabel('Attenuation (dB)')
    hold off
elseif (hndI==8)&(isempty(menu8)==0)&(strings(8,1:18)=='Ambient Temperatur')
    clear hndI
    clear hndIs
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for i=1:100,
        buk=(de/409.6)*(ottpmp)+ottpff+273;
        waitbar(i/100)
    end
    close(h)
    buka=[buk];
    [panjang,s] = size(buka);
    awal = 1:panjang;
    plot(awal,buka)
    grid
    title('Ambient Temperatur')
    xlabel('Time (second)')
    ylabel('Temperatur (K)')
    hold off
elseif (hndI==9)&(isempty(menu9)==0)&(strings(9,1:17)=='Deviasi Frekuensi')
    clear hndI
    clear hndIs
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for kol=1:100,
        buk=(ha/409.6)*(3)+frekoff;
        waitbar(kol/100)
    end
    close(h)
    buka=[buk];
    [panjang,s] = size(buka);
    awal = 1:panjang;
    plot(awal,buka)
    grid
    title('Deviasi Frekuensi')
    xlabel('Time (second)')
    ylabel('Frekuensi(KHz)')
    hold off
end;
clear hndI
hndIs=get(gcbo,'Value');
stringsi=get(gcbo,'String');
if (hndIs==1)&(isempty(menu10)==0)&(stringsi(1,1:19)=='Total Attenuation A')
    clear hndIs
    clear hndI
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for lala=1:100,
        buko = (be/409.6)*losaamp+losaoff;
        buka=[buko];
        waitbar(lala/100)
    end
    close(h)
    [panjang,s] = size(buka);

```

```

awal = 1:panjang;
plot(awal,buka)
grid
title('Total Attenuation A')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Attenuation(dB)')
hold off
elseif (hndls==2)&(isempty(menu11)==0)&(stringsi(2,1:22)=='(Rain+cloud)Attenuatio'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for lok=1:100,
    buka6 = (ce/409.6)*losbamp+losboff+10;
    [panjang,s]=size(buka6);
    [num,dem]=lpfbutt(5,0.05);
    y=filter(num,dem,buka6);
    waitbar(lok/100)
end
close(h)
buka=[abs(y)];
awal = 1:length(buka);
plot(awal,buka)
grid
title('Rain+Cloud Attenuation B')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Attenuation(dB)')
hold off
elseif (hndls==3)&(isempty(menu12)==0)&(stringsi(3,1:9)=='Rain Rate'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for ff=1:100,
    bukarain=abs(de./100);
    waitbar(ff/100)
end
close(h)
[panjang,s] = size(bukarain);
for i=1:length(bukarain)
    if (bukarain(i)==0)&(bukarain(i)>=200)
        bukarain(i)=0;
    else
        if (bukarain(i)>=5)
            bukarain(i)=(360./bukarain(i));
        elseif (bukarain(i)>=1.395)&(bukarain(i)<5)
            bukarain(i)=(418./bukarain(i))-11.6;
        elseif (bukarain(i)>1.035)&(bukarain(i)<5)
            bukarain(i)=(456./bukarain(i))-38.8;
        end
    end
end
buka=[bukarain]
awal=1:length(buka)
plot(awal,buka)
grid
if buka(:,:) ==0,
    warndlg('Belum ada data pengukuran hujan','Informasi')
end
title('Rain Rate')
xlabel('Time (second)')

```



```

ylabel('Rain rate (mm/jam)')
hold off
elseif (hndls==4)&(isempty(menu13)==0)&(stringsi(4,1:22)=='(Rain+cloud)Attenuatio'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for lk=1:100,
    buka7 = (be/409.6)*losaamp+losaoff;
    [panjang,s]=size(buka7);
    [num,dem]=lpfbutt(5,0.05);
    y=filter(num,dem,buka7);
    waitbar(lk/100)
end
close(h)
buka=[abs(y)];
awal = 1:length(buka);
plot(awal,buka)
grid
title('Rain+Cloud Attenuation A')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Attenuation(dB)')
hold off
elseif (hndls==5)&(isempty(menu14)==0)&(stringsi(5,1:13)=='Scintillation'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for my=1:100,
    buka8 = (be/409.6)*losaamp+losaoff;
    [num,dem]=lpfbutt(5,0.4);
    y=filter(num,dem,buka8);
    buka200(1:length(buka8))=buka8(1:length(buka8))-abs(y(1:length(buka8)));
    buka=xlimiting(buka200,-1,2);
    waitbar(my/100)
end
close(h)
awal = 1:length(buka);
plot(awal,buka)
grid
title('Scintillation')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Scintillation(dB)')
hold off
elseif (hndls==6)&(isempty(menu15)==0)&(stringsi(6,1:19)=='Total Attenuation B'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for kok=1:100,
    buk59 = ((ce/409.6)*losbamp+losboff+10);
    buka=[buk59];
    waitbar(kok/100)
end
close(h)
[panjang,s] = size(buka);
awal = 1:panjang;
plot(awal,buka)
grid
title('Total Attenuation B')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Attenuation(dB)')

```

```

hold off
elseif (hndls==7)&(isempty(menu16)==0)&(stringsi(7,1:19)=='Frekuensi Deviation'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for kik=1:100,
    buk22 = (aa/409.6)*(4.55)+fdevoff;
    buka=[buk22];
    waitbar(kik/100)
end
close(h)
[panjang,s] = size(buka);
awal = 1:panjang;
plot(awal,buka)
grid
title('Deviasi Frekuensi')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Deviasi Frekuensi (KHz)')
hold off
elseif (hndls==8)&(isempty(menu17)==0)&(stringsi(8,1:15)=='Room Temperatur'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for kuk=1:100,
    buk90 = (ee/409.6)*(roomamp)+roomoff+273;
    buka=[buk90];
    waitbar(kuk/100)
end
close(h)
[panjang,s] = size(buka);
awal = 1:panjang;
plot(awal,buka)
grid
title('Room Temperatur')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Temperatur (k)')
hold off
elseif (hndls==9)&(isempty(menu18)==0)&(stringsi(9,1:13)=='Total Att.A+B'))
clear hndls
clear hndl
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for dik=1:100,
    buka8 = (be./409.6).*(losaamp)+losaoff;
    buka9 = ((ce./409.6).*(losbamp)+losboff);
    [panjang,s]=size(buka8);
    [panj,k]=size(buka9);
    if panjang==panj
        for n=1:panjang
            if buka8(n) > 40
                buka8(n)=[buka9(n)];
            end
        end
    end
    waitbar(dik/100)
end
close(h)
buka=[buka8(1:length(buka8))];
[pa,s] = size(buka);
awal = 1:pa;

```



```

plot(awal.buka)
grid
title('Total Attenuation A+B')
xlabel('Time (second)')
ylabel('Attenuation(dB)')
hold off
end

```

```

case 'infofile'%Fungsi informasi rawdata
w = 400;
h = 400;
s = get(0, 'ScreenSize');
[namas,path] = uigetfile('*.idf.drp','Open File',(s(3)-w)/2, (s(4)-h)/2);
nam = [path,namas]
if nam==0,
    msgbox('Tidak jadi buka data','Open Message')
end
fid = fopen(nam,'rt','n');
if (fid==2)|(fid==-1),
    msgbox(pesan,'Open Message')
end
[mat,sum] = fscanf(fid,'%500c',[134 inf]);
datainfo = mat;
fclose(fid);

```

```

case 'sliders'%Fungsi slider informasi rawdata
numfig=gcf;
sliderhandel=findobj(gcf,'Tag','Slider1');
nilaigeser=get(sliderhandel,'Value');
set([sliderhandel],'Units','points');
sliderpos=get(sliderhandel,'Position');
set(sliderhandel,'Position',[sliderpos(1) sliderpos(2) sliderpos(3) sliderpos(4)]);
set([sliderhandel],'Units','normalized');
frmPos=[0 00687285 0 0782828 0.917526 0.911616];
frmHandle=buatframe(frmPos, 'frame', ' ');
mcmpos=[0 00687285 0 0782828 0.917526 0.911616];
texthndl=buatframe(mcmpos, 'text', 'comments', 'playshow #changetext');
set(texthndl,'BackgroundColor',[1 1 1],'ForegroundColor',[0 0 0]);
set(frmHandle,'BackgroundColor',[1 1 1],'ForegroundColor',[1 1 1]);
dataku=get(gcf,'UserData');
disp(datainfo)
[baris,kolom]=size(datainfo(:,:));
disp(baris)
disp(kolom)
disp(nilaigeser)
if (nilaigeser==1)
    geserawal=nilaigeser;
    dataku.tampil=datainfo(:,1);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo(:,1)};
    hold off
elseif (nilaigeser==0)
    geserawal=nilaigeser;
    dataku.tampil=datainfo([16:baris,:]);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([16:baris,:])};
elseif (nilaigeser<1)&(nilaigeser>0.9)
    dataku.tampil=datainfo([2:9,:]);
    dataku.index=1;

```

```

    dataku.slide(1).text={datainfo([2:9],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.9)&(nilaigeser>0.8)
    dataku.tampil=datainfo([3:10],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([3:10],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.8)&(nilaigeser>0.7)
    dataku.tampil=datainfo([4:11],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([4:11],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.7)&(nilaigeser>0.6)
    dataku.tampil=datainfo([5:12],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([5:12],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.6)&(nilaigeser>0.5)
    dataku.tampil=datainfo([6:13],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([6:13],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.5)&(nilaigeser>0.4)
    dataku.tampil=datainfo([7:14],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([7:14],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.4)&(nilaigeser>0.3)
    dataku.tampil=datainfo([8:15],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([8:15],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.3)&(nilaigeser>0.2)
    dataku.tampil=datainfo([9:16],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([9:16],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.2)&(nilaigeser>0.1)
    dataku.tampil=datainfo([10:17],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([10:17],:)};
    hold off
elseif (nilaigeser<=0.1)&(nilaigeser>0)
    dataku.tampil=datainfo([11:baris],:);
    dataku.index=1;
    dataku.slide(1).text={datainfo([11:baris],:)};
    hold off
end;
set(gcf, 'Userdata', dataku);
SlideShowi=dataku.index;
% dapatkan slides
SlideShowtextStr=dataku.slide(SlideShowi).text;
if length(SlideShowtextStr)==0
    SlideShowtextStr="";
end
dataku.txthandle=texthdl;
set(dataku.txthandle, 'String', SlideShowtextStr,'FontSize',8);
SlideShowerrorFlag=0;
if SlideShowerrorFlag,

```



```

        break;
    end
    dataku.index=SlideShowi;
    set(gcf, 'UserData', dataku);
    vars=who;
    dataku=get(gcf, 'UserData');
    for SlideShown=1:size(vars,1),
        vars{SlideShown,2}=eval(vars{SlideShown,1});
    end
    set(gcf, 'UserData', dataku);

case 'PSD'
    data=buka;
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for kukuku=1:100,
        x = data(:); % memastikan jika x dan y adalah vektor kolom
        n = length(x); % jumlah sampel
        m=1024;
        freksamp=1;
        f_range = [0 1/2];
        if (length(m) == 1)
            m = m;
        else
            f_range = 1;
        end
        if (length(f_range) == 1)
            m = f_range;
        else
            f_range = f_range;
        end
        if (m <= 0)
            error('Block size has to be non-negative')
        elseif (m <= 8192)
            fsize = xfftsize(m);
        else
            fsize = 1024;
        end
        m = min(fsize,n);
        k = fix(n/m); % jumlah window
        index = 1:m;
        w = ones(fsize,1); % rubah spesifikasi window
        KMU = k*fsize*norm(w)^2/2; % normalisasi faktor skala
        Pxx = zeros(fsize,1);
        for i=1:k
            xw = w.*[xdetrend(x(index)),zeros(fsize-m,1)];
            index = index + m;
            Xx = abs(fft(xw,fsize)).^2;
            Pxx = Pxx + Xx;
        end
        P = Pxx([2:(fsize/2+1)])/KMU; % pemilihan nilai 3/2 dan menghilangkan nilai DC
        [n,m] = size(P);
        yy=[0,0.5]; %Range frekuensi dari window
        Frange = yy(:);
        if (Frange(1) >= Frange(2)),error('f_start >= f_stop'),end
        if (Frange(1) < 0), error('f_start < 0'),end
        if (Frange(2) > freksamp/2),error('f_stop > f_sampling/2'),end
        bin1 = max(1,round(Frange(1)/(freksamp/2) * n ));
        bin2 = min(n,round(Frange(2)/(freksamp/2) * n ));
        f = (bin1:bin2)/n*(freksamp/2);
    end
end

```

```

P = P(bin1:bin2);
x = f( f <= freksamp/2 )/1000;
y = P( f <= freksamp/2 );
waitbar(kukuku/100)
end
close(h)
semilogy(x,y)
title('Power Spectral Density (PSD)');
xlabel('Frequency [kHz]'), ...
ylabel('Power [dB]'), ...
grid
hold off

case 'PDF'
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for i=1:100,
    data=sort(buka);
    [aam,bb]=deltatime(data,3600);
    tt = 1:length(bb);
    ts = 1:3:length(bb);
    xs = interp1(tt,bb(1:length(bb)),ts,'cubic');
    ys = interp1(tt,aam(1:length(aam))./length(data),ts,'cubic');
    %[prob,x]=xpdf(data,12);
    waitbar(i/100)
end
close(h)
semilogy(xs,ys,'-r');
grid;
title('Probability Density Function (PDF)');
xlabel('Value');
ylabel('PDF');

case 'CDF'
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for kakak=1:100,
    data=sort(buka);
    data=[data];
    [prob,x]=xpdf(data,13);
    waitbar(kakak/100)
end
close(h)
for j=0:length(x)-1
    for i=1:length(x)-j
        [a b]=deltatime(prob(1+j:length(prob)),3600)
        c=cumsum(a.*b)
        end;
        d(j+1)=[c(length(c))]
    end;
    semilogx(d*100,x,'-b')
    grid;
    title('Cumulative Distribution Function (CDF)');
    xlabel('percentage time >= ordinate (%)');
    ylabel('Value');

case 'histogram'
data=buka;
h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
for i=1:100,
    [histo,pos]=hist(data,20);

```



```

        waitbar(i/100)
    end
    close(h)
    plot(pos,histo);
    title('Histogram');
    xlabel('Value');
    ylabel('Jumlah Sampel');
    grid;

case 'availability'
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for kuku=1:100,
        data=sort(buka);
        [prob,x]=xpdf(data,13);
        waitbar(kuku/100)
    end
    close(h)
    for j=0:length(x)-1
        for i=1:length(x)-j
            [a b]=deltatime(prob(1+j:length(prob)),3600)
            c=cumsum(a.*b)
        end;
        d(j+1)=[c(length(c))]
    end;
    semilogx((1-d)*100,x,'-b')
    grid;
    title('Availability ');
    xlabel('Availability (%)');
    ylabel('Value');

case '2D'
    duadim=findobj(gcf,'Tag','duad');
    nilaiduad=get(duadim,'Value');
    if nilaiduad==0,
        set(duadim,'Value',1);
    elseif nilaiduad==1
        set(findobj(gcf,'Tag','tigad'),'Value',0);
        gambar=findobj(gcf,'Tag','Axes1');
        plot(awal,buka)
        grid
    end

case '3D'
    tigadim=findobj(gcf,'Tag','tigad');
    nilaitiga=get(tigadim,'Value');
    if nilaitiga==0,
        set(tigadim,'Value',1);
    elseif nilaitiga==1
        set(findobj(gcf,'Tag','duad'),'Value',0);
        gambar=findobj(gcf,'Tag','Axes1');
        plot3(awal,awal,buka,'-r')
        set(gca,'Color',[0.2 0.8 0.5]);
        shading interp
        colormap(hot)
        grid
    end

case 'zoom'
    yrange = [min(buka) max(buka)+round(max(buka)/2)+round(max(buka)/3)];

```

```

t1 = ginput(1);
t1(2) = t1(1);
p = getptr(gcf);
setptr(gcf,'hand')
set(gcf,p{:})
t1=t1(1)*[1 1];
hold on, plot(t1,yrange,'r-','erase','none','LineWidth', 2); hold off
t2 = ginput(1)
t2(2) = t2(1);
t2=t2(1)*[1 1];
hold on, plot(t2,yrange,'r-','erase','none','LineWidth', 2); hold off
trange = sort([t1(1) t2(1)]);
k = find((trange(1)<=awal) & (awal<=trange(2)));
buka=buka(k);
awal=awal(k);
ax = [trange yrange]
plot(awal,buka,'b-'),grid,title('Grafik Hasil ZOOM').xlabel('Waktu (s)').ylabel('Value'),
axis(ax)
set(gca, 'Color', [1 1 1]);

```

case 'interpolasi'

```

x = [];
y = [];
n = 0;
% Looping, pengambilan titik.
but = 1;
while but == 1
    [xi,yi,but] = ginput(1);
    if length(but)==0,
        if n<2
            but=1;
            disp('Ambil Data sedikitnya dua data.')
        else
            but=2;
        end
    elseif but~=1
        if n<2
            but=1;
            disp('Ambil Data sedikitnya dua data.')
        end
    else
        hold on
        plot(xi,yi,'g*')
        n = n + 1;
        text(xi,yi,[' ' int2str(n)'],'Erase','back');
        x = [x, xi];
        y = [y, yi];
    end
end
t = 1:n;
ts = 1/10:n;
xs = interp1(t,x,ts,'spline');
ys = interp1(t,y,ts,'spline');
plot(xs,ys,'r-');
hold on;
index=find(ys==max(ys));
mainPeriodStr=num2str(ys(index));
plot(xs(index),ys(index),'b.', 'MarkerSize' 25,'EraseMode','none');
text(xs(index),ys(index)+7,['Max. = ',mainPeriodStr], 'EraseMode','none'); hold off;

```



```

case 'Identify'
    titik=ginput(1);
    data=get(gcf,'UserData');
    data.horison=titik(1);
    data.vertikal=titik(2);
    data.index=1;
    set(gcf,'Userdata',data);
    SlideShowi=data.index;
    % dapat slides
    SlideShowtextStr1=data.horison;
    SlideShowtextStr2=data.vertikal;
    if length(SlideShowtextStr1)==0
        SlideShowtextStr1="";
    end
    if length(SlideShowtextStr2)==0
        SlideShowtextStr2="";
    end
    editiori=findobj(gcf,'Tag','Editor');
    editverti=findobj(gcf,'Tag','Editver');
    set(editiori,'Userdata',data,'String',SlideShowtextStr1);
    set(editverti,'Userdata',data,'String',SlideShowtextStr2);
    set(gcf,'UserData',data);
    vars=who;
    data=get(gcf,'UserData');
    for SlideShown=1:size(vars,1),
        vars{SlideShown,2}=eval(vars{SlideShown,1});
    end
    set(gcf,'UserData',data);

case 'rainatt'
    variabeltest=frekamp;
    variabeltest2=fdevamp;
    if (variabeltest>1)&&(variabeltest2<3)
        clear global frekamp
        h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
        for kek=1:100,
            buka2=(ee/409.6)*feedamp+feedoff;
            bukarain=abs(ii./100);
            [panjang,s]=size(buka2);
            waitbar(kek/100)
        end
        close(h)
        k=1:panjang;
        Red(1:panjang)=10.*(log10((270-16.63)./(270-(buka2(1:panjang)-(0.01.*164)-
        (0.01.*300)-(0.01.*9))./(0.97)))));
        total(1:panjang)=((aa(1:panjang)/409.5).*(-3.3)+30);
        for m=1:length(Red)
            if (Red(m)>1.5)
                clearatt(m)=((aa(m)/409.5).*(-3.3)+30)-1.5;
            else
                clearatt(m)=total(m)-Red(m);
            end;
        end;
        cleari=clearatt(1:length(clearatt));
        [num,dem]=lpfbutt(5,0.01);
        y=filter(num,dem,cleari);
        awali1=1:length(y);
        buki1=abs(y)
    end
end

```

```

%%%%Hitung Rain rate%%%%
for i=1:length(bukarain)
    if (bukarain(i)==0)|(bukarain(i)>=200)
        buk(i)=0;
    else
        if (bukarain(i)>=5)
            buk(i)=(360./bukarain(i));
        elseif (bukarain(i)>=1.395)&(bukarain(i)<5)
            buk(i)=(418./bukarain(i))-11.6;
        elseif (bukarain(i)>1.035)&(bukarain(i)<5)
            buk(i)=(456./bukarain(i))-38.8;
        end
    end
end
buka11=[buk]
plot(buka11(1:length(buka11)),buki1(1:length(buka11)),'*r')
grid
ylabel('Attenuation (dB)')
xlabel('Rain rate(mm/Jam)')
title('Satelit Attenuation (cloud+rain) Vs R.rate')
hold off
else
    clear global fdevamp
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for m=1:100;
        bukarain = abs(de./100);
        buka7 = (be/409.6)*10^-10;
        [panjang,s] = size(bukarain);
        waitbar(m/100)
    end
    close(h)
    for i=1:length(bukarain)
        if (bukarain(i)==0)|(bukarain(i)>=200)
            buk(i)=0;
        else
            if (bukarain(i)>=5)
                buk(i)=(360./bukarain(i));
            elseif (bukarain(i)>=1.395)&(bukarain(i)<5)
                buk(i)=(418./bukarain(i))-11.6;
            elseif (bukarain(i)>1.035)&(bukarain(i)<5)
                buk(i)=(456./bukarain(i))-38.8;
            end
        end
    end
    end
    buka12=[buk]
    %%%%%Hitung rain att. A%%%%%
    [num,dem]=lpfbutt(5,0.05);
    y=filter(num,dem,buka7);
    buki7=abs(y)
    plot(buka12(1:length(buka12)),buki7(1:length(buka12)),'*r')
    grid
    title('Rain+Cloud Attenuation A Vs Rain rate')
    xlabel('Rain rate')
    ylabel('Attenuation(dB)')
    hold off
end
case 'skyatt'
    variabeltest=voltoff;

```



```

variabeltest3=rainoff;
if (variabeltest>-10)|(variabeltest3<-10)
    clear global voltoff
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for kug=1:100,
        buka1=(ee/409.6)*(feedamp)+feedoff;
        [panjang,k] = size(buka1);
        awal=1:panjang;
        Tsky=[(buka1-(0.01.*164)-(0.01.*300)-(0.01.*9))/(0.97)];
        Red=10.*(log10((270-16.63)/(270-Tsky)));
        buka3=[Red];
        waitbar(kug/100)
    end
    close(h)
    qqplot(Tsky(1:length(Tsky)),buka3(1:length(buka3)))
    grid
    title('Radiometer Attenuation Vs Sky Temperatur ')
    xlabel('Sky Temperatur (K)')
    ylabel('Rad.Attenuation(dB)')
    hold off
else
    clear global rainoff
    warndlg('Tida ada data pengukuran sky temperatur','informasi')
end

case 'prediksi'
    h = waitbar(0,'Mohon menunggu...sedang proses');
    for kuig=1:100,
        data=sort(buka);
        data=[data];
        rata=mean(log(data));
        stddev=std(log(data));
        [ku,kau]=deltatime(data,3600);
        lognorm=1/2.*erfc(abs((log((kau))-rata)/(sqrt(2).*stddev)));
        [prob,x]=xpdf(data,13);
        waitbar(kuig/100)
    end
    close(h)
    for j=0:length(x)-1
        for i=1:length(x)-j
            [a,b]=deltatime(prob(1+j:length(prob)),60)
            c=cumsum(a.*b)
            end;
            d(j+1)=[c(length(c))]
        end;
        semilogx(lognorm*100,kau,'-r');
        hold on
        semilogx(d*100,x,'-b')
        ylabel('Attenuation (dB)')
        xlabel('Percent time attenuation (%) > ordinate')
        title('Lognormal CDF(merah),CDF Terukur(biru)')
        grid
        hold off
    end

case 'ekstrapolasi'
    x = [];
    y = [];
    n = 0;

```

```

% Loop, pengambilan titik.
but = 1;
while but == 1
    [xi,yi,but] = ginput(1);
    if length(but)==0,
        if n<4
            but=1;
            disp('Ambil Data harus empat data.')
        else
            but=2;
        end
    elseif but~=1
        if n<4
            but=1;
            disp('Ambil Data harus empat data.')
        end
    else
        hold on
        plot(xi,yi,'*r')
        n = n + 1;
        text(xi,yi,[' ' int2str(n)], 'Erase','back');
        x = [x; xi];
        y = [y; yi];
    end
end
titik1=x(1);
titik2=x(2);
titik3=x(3);
titik4=x(4);
titik5=y(1);
titik6=y(2);
titik7=y(3);
titik8=y(4);
titikn=((titik2+1500)-titik1)./(titik2-titik1)).*(titik6-titik5)+titik5;
baris1=[titik1 titik2];
baris7=[titik2 (titik2+1500)];
baris8=[titik6 titikn];
baris2=[titik5 titik6];
titikn2=((titik3-1500)-titik4)./(titik3-titik4)).*(titik7-titik8)+titik8;
baris3=[titik4 titik3];
baris4=[titik3 titik3-1500];
baris5=[titik8 titik7];
baris6=[titik7 titikn2];
hold on
plot(baris1,baris2,'-r');
hold on
plot(baris7,baris8,'-r');
hold on
plot(baris3,baris5,'-r');
hold on
plot(baris4,baris6,'-r');
hold off

case 'redamanDAH'
x=[];
prain=[];
sdt=pi./180.0;
el= ea.*sdt;
pl= pa.*sdt;

```



```

if (la>=0.0 & la<23.0)
    hr=5.0;
elseif (la>=23.0)
    hr=5.0-(0.075.*(la-23.0));
end
if (ea>=5.0)
    ls=(hr-hs)/(sin(e1));
else
    ls=(2.*(hr-hs))/(sqrt((sin(e1)).^2+((2.*(hr-hs))./jaribumi))+sin(e1));
end
lg=ls.*(cos(e1));
ffr=[ 10, 12, 15, 20, 25, 30];
khfr=[0.01010, 0.0188, 0.0367, 0.0751, 0.124, 0.187];
kvfr=[0.00887, 0.0168, 0.0335, 0.0691, 0.113, 0.167];
ahfr=[1.27600, 1.2170, 1.1540, 1.0990, 1.061, 1.021];
avfr=[1.26400, 1.2000, 1.1280, 1.0650, 1.030, 1.000];

kh=interp1(ffr,khfr,fr,'linear');
kv=interp1(ffr,kvfr,fr,'linear');
ah=interp1(ffr,ahfr,fr,'linear');
av=interp1(ffr,avfr,fr,'linear');
if (pa==45.0),
    k=(kh+kv)/2;
    alpha=(kh.*ah+kv.*av)/(2.*k);
else
    k=(kh+kv+(kh-kv).*cos(e1).*cos(e1).*cos(2.*pi))/2;
    alpha=(kh.*ah+kv.*av+(kh.*ah-kv.*av).*cos(e1).*cos(e1).*cos(2.*pi))/(2.*k);
end
gamma=k.*(r01).^alpha;
rh01=(1./(1+(0.78.*sqrt(lg.*gamma./fr))-0.38.*(1-exp(-2.*lg))));
etal=atan((hr-hs)/(lg.*rh01));
eta=etal.*180.0/pi;
if (eta>ea),
    lr=((lg.*rh01)/cos(e1));
elseif (eta<=ea),
    lr=((hr-hs)/sin(e1));
end
laabs=abs(la);
if (laabs<36.0),
    xeta=36-laabs;
elseif (laabs>=36.0),
    xeta=0.0;
end
xeta=xeta.*sdt;
rv01=1.0./(1.0+(sqrt(sin(e1)).*(31.*(1-exp(-(ea/(1+xeta))))*(sqrt((lr.*gamma)/(fr.^2))-0.45))));
le=lr.*rv01;
a01=gamma.*le;
for q=1:41;
    p=10.^(-3+(0.1.*(q-1)));
    x(q)=p;
    if (p>=1),
        z=0.0;
    elseif (p<1),
        if (abs(la)>=36.0),
            z=0.0;
        elseif ((ea>=25.0) & (abs(la)<36.0)),
            z=-0.005.*(abs(la)-36.0);
        elseif ((ea<25.0) & (abs(la)<36.0)),

```

```

        z=-0.005.*(abs(la)-36.0)+1.8-(4.25.*sin(ei));
    end
end
prain(q)=a01.*(p./0.01).^(-( 0.655 + (0.033.*log(p)) - (0.045.*log(a01)) - (z.*sin(ei).*(1-p)) ));
end
disp(sprintf('Attenuation exceeded for 0.01 percent = %g',a01));
semilogx(x,prain,'r');
ylabel('Attenuation (dB)')
xlabel('Percentage time attenuation (%) > ordinate')
title('RAIN ATTENUATION DAH MODEL')
grid
hold off

```

```

case 'redamanITUR'

```

```

    x=[];
    prain=[];
    sdt=pi/180.0;
    eli= eai*sdt;
    pli=pai*sdt;
    if (lai>23.0),
        hri=5.0-0.075*(lai-23.0);
    elseif(lai>=-21.0 & lai<=23.0),
        hri=5.0;
    elseif(lai>=-71.0 & lai<=-21.0),
        hri=5+0.1*(lai+21);
    elseif(lai<-71.0),
        hri=0.0;
    end
    if (eai>=5.0),
        lsi=(hri-hsi)/(sin(eli));
    else
        lsi=(2*(hri-hsi))/(sqrt((sin(eli))^2+((2*(hri-hsi))/jejarBumi))+sin(eli));
    end
    lgi=lsi*cos(eli);
    if(r01)<=100.0,
        loi=35.0*exp((-0.015)*r01i);
        rfi=(1.0/(1+(lgi/loi)));
    else
        loi=35.0*exp((-0.015)*100.0);
        rfi=(1.0/(1.0+lgi/loi));
    end
    fffri = [ 10, 12, 15, 20, 25, 30];
    khfri = [0.01010, 0.0188, 0.0367, 0.0751, 0.124, 0.187];
    kvfri = [0.00887, 0.0168, 0.0335, 0.0691, 0.113, 0.167];
    ahfri = [1.27600, 1.2170, 1.1540, 1.0990, 1.061, 1.021];
    avfri = [1.26400, 1.2000, 1.1280, 1.0650, 1.030, 1.000];
    % Interpolasi Analyses.
    khi=interp1(fffri,khfri,fri,'linear');
    kvi=interp1(fffri,kvfri,fri,'linear');
    ahi=interp1(fffri,ahfri,fri,'linear');
    avi=interp1(fffri,avfri,fri,'linear');
    if (pa==45.0),
        ki=(khi+kvi)/2;
        alpai=(khi.*ahi+kvi.*avi)/(2.*ki);
    else
        ki=(khi+kvi+(khi-kvi).*cos(eli).*cos(eli).*cos(2.*pli))/2;
        alpai=(khi.*ahi+kvi.*avi+(khi.*ahi-kvi.*avi).*cos(eli).*cos(eli).*cos(2.*pli))/(2.*ki);
    end
    gammai=ki*((r01i)^alpai);

```



```

a01i=gammai*lsi*rfi;
for qi=1:41;
    pi=0.0;
    pi=10^(-3+(0.1*(qi-1)));
    x(qi)=pi;
    prain(qi)=a01i*0.12*x(qi)^(-(0.546+0.043*log10(x(qi))));
end
semilogx(x,prain,'b');
ylabel('Attenuation (dB)')
xlabel('Percentage time attenuation (%) > ordinate')
title('RAIN ATTENUATION ITU-R MODEL')
grid
hold off

```

```

case 'DAHscintillasi'
a=6.1121;
b=17.505;
c=240.97;
p=0.01:0.001:50.;
es=a*exp(b*tempdah/(tempdah+c));
nw=(3730.*reihdah*es)/(273+tempdah)^2;
axr=3.6*10.^(-3.)+10.^(-4.)*nw;
L=(2.*hldah)/(sqrt((sin(eldah)).^2+2.35*10.^(-4.))+sin(eldah)));
x=1.22*Hdah*(ddah.^2)*(frdah/L);
gx=sqrt(3.86*(x.^2.+1.).^(11./12.)*sin((11./6.)*atan(1./x))-7.08*x.^(5/6));
ax=axr*frdah.^(7/12)*(gx)/(sin(eldah)).^1.2;
Ap=-0.061*(log10(p)).^3+0.072*(log10(p)).^2-1.74*(log10(p))+3;
xp=Ap*ax;
semilogx(p,xp);
ylabel('Scintillation Fade Depth (dB)');
xlabel('Percentages of time (%)');
title('DAH SCINTILATION MODEL');
grid
hold off

```

```

case 'ITURscintillasi'
% coefficients water vapour
a=6.1121;
b=17.505;
c=240.97;
p=0.01:0.001:50.;
es=a*exp(b*tempitur/(tempitur+c));
nw=(3730.*reihitur*es)/(273+tempitur)^2;
axr=3.6*10.^(-3.)+10.^(-4.)*nw;
L=(2.*hlitur)/(sqrt((sin(elitur)).^2+2.35*10.^(-4.))+sin(elitur)));
x=1.22*Hitur.*(ditur.^2)*(fritur/L);
gx=sqrt(3.86*(x.^2.+1.).^(11./12.)*sin((11./6.)*atan(1./x))-7.08*x.^(5/6));
ax=axr*fritur.^(7/12)*(gx)/(sin(elitur)).^1.2;
Ap=-0.061*(log10(p)).^3+0.072*(log10(p)).^2-1.74*(log10(p))+3;
xp=Ap*ax;
semilogx(p,xp);
ylabel('Scintillation Fade Depth (dB)');
xlabel('Percentages of time (%)');
title('ITU-R SCINTILATION MODEL');
grid
hold off

```

```

case 'satelit'
satelit=findobj(gcf,'Tag','Radiobutton1');

```

```

valery=get(satelit,'Value');
if valery==0,
    set(satelit,'Value',1);
elseif valery==1
    set(findobj(gcf,'Tag','Radiobutton2'),'Value',0);
    copolar=findobj(gcf,'Tag','Checkbox2');
    val=get(copolar,'Value');
    if val==1
        menu1='Copolar Attenuation';
    else
        menu1='';
    end
    crosspolar=findobj(gcf,'Tag','Checkbox1');
    val=get(crosspolar,'Value');
    if val==1
        menu2='Radiometer Attenuation';
    else
        menu2='';
    end
    rainatte=findobj(gcf,'Tag','Checkbox3');
    val=get(rainatte,'Value');
    if val==1
        menu3='(Rain+cloud)Attenuation';
    else
        menu3='';
    end
    rainrate=findobj(gcf,'Tag','Checkbox5');
    val=get(rainrate,'Value');
    if val==1
        menu4='Rain Rate';
        buka= j0;
    else
        menu4='';
    end
    skytemp=findobj(gcf,'Tag','Checkbox4');
    val=get(skytemp,'Value');
    if val==1
        menu5='Sky Temperatur';
    else
        menu5='';
    end
    scintillation=findobj(gcf,'Tag','Checkbox6');
    val=get(scintillation,'Value');
    if val==1
        menu6='Scintillation';
    else
        menu6='';
    end
    clearsky=findobj(gcf,'Tag','Checkbox8');
    val=get(clearsky,'Value');
    if val==1
        menu7='ACA/ACS Attenuation';
    else
        menu7='';
    end
    ambient=findobj(gcf,'Tag','Checkbox9');
    val=get(ambient,'Value');
    if val==1
        menu8='Ambient Temperatur';
    end
end

```



```

else
    menu8="";
end
deviasifrekuen=findobj(gcf,'Tag','Checkbox17');
val=get(deviasifrekuen,'Value');
if val==1
    menu9='Deviasi Frekuensi';
else
    menu9="";
end
satelit=findobj(gcf,'Tag','Radiobutton1');
val=get(satelit,'Value');
if val==1,

    popupstr1=str2mat(menu1,menu2,menu3,menu4,menu5,menu6,menu7,menu8,menu9);
    set(findobj(gcf,'Tag','Radiobutton2'),'Value',0);
else
    popupstr1=str2mat(menu10,menu11,menu12,menu13,menu14,menu15,menu16,menu1
7,menu18);
end
end
end

```

```

case 'terrestrial'
    terrestrial=findobj(gcf,'Tag','Radiobutton2');
    valero=get(terrestrial,'Value');
    if valero==0,
        set(terrestrial,'Value',1);
    elseif valero==1,
        set(findobj(gcf,'Tag','Radiobutton1'),'Value',0);
        totala=findobj(gcf,'Tag','Checkbox7');
        val=get(totala,'Value');
        if val==1
            menu10='Total Attenuation A';
        else
            menu10="";
        end
        rainatt=findobj(gcf,'Tag','Checkbox14');
        val=get(rainatt,'Value');
        if val==1
            menu11='(Rain+cloud)Attenuation B';
        else
            menu11="";
        end
        rainrat=findobj(gcf,'Tag','Checkbox15');
        val=get(rainrat,'Value');
        if val==1
            menu12='Rain Rate';
        else
            menu12="";
        end
        skytemper=findobj(gcf,'Tag','Checkbox16');
        val=get(skytemper,'Value');
        if val==1
            menu13='(Rain+cloud)Attenuation A';
        else
            menu13="";
        end
        scintill=findobj(gcf,'Tag','Checkbox10');
        val=get(scintill,'Value');
    end
end

```

```

if val==1
    menu14='Scintillation';
else
    menu14='';
end
totalb=findobj(gcf,'Tag','Checkbox11');
val=get(totalb,'Value');
if val==1
    menu15='Total Attenuation B';
else
    menu15='';
end
deffrek=findobj(gcf,'Tag','Checkbox12');
val=get(deffrek,'Value');
if val==1
    menu16='Frekuensi Deviation';
else
    menu16='';
end
rtemp=findobj(gcf,'Tag','Checkbox13');
val=get(rtemp,'Value');
if val==1
    menu17='Room Temperatur';
else
    menu17='';
end
totAB=findobj(gcf,'Tag','Checkbox18');
val=get(totAB,'Value');
if val==1
    menu18='Total Att.A+B';
else
    menu18='';
end
terrestrial=findobj(gcf,'Tag','Radiobutton2');
val=get(terrestrial,'Value');
if val==1,
    popupstr1=str2mat(menu10,menu11,menu12,menu13,menu14,menu15,menu16,menu17,menu18);
    set(findobj(gcf,'Tag','Radiobutton1'),'Value',0);
else
    popupstr1=str2mat(menu1,menu2,menu3,menu4,menu5,menu6,menu7,menu8,menu9);
end
end
end

```


FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - ITS

EL. 1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama Mahasiswa	: Edi Nursuhanto
Nomor Pokok	: 2294.100.162
Bidang Studi	: Teknik Telekomunikasi
Tugas diberikan	: April 1998
Dosen Pembimbing	: Ir. Hang Suharto, M.Sc
Judul Tugas Akhir	:

DATA AKUISISI UNTUK PENGUKURAN PROPAGASI KA-BAND

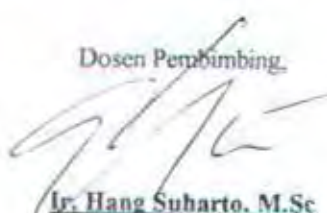
Uraian Tugas Akhir

Dalam suatu proses pengukuran diinginkan suatu teknik yang dapat mengadakan pengambilan data secara akurat, cepat dan jumlah data yang diukur cukup besar. Data akuisisi yang merupakan teknik pengambilan data yang dipadukan dengan teknologi komputer dapat digunakan untuk mengadakan pengukuran, mengolah dan menganalisa data hasil pengukuran propagasi Ka-Band yang didapat di lapangan untuk dianalisa dan diolah secara lebih akurat dan cepat.

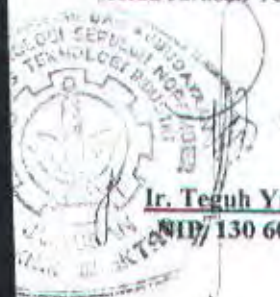
Dalam tugas akhir ini akan dibuat perangkat lunak yang mampu melakukan data akuisisi hasil pengukuran data propagasi Ka-Band di lapangan dengan memasukkan parameter-parameter sistem propagasi Ka-Band yang diperoleh, akan dapat dilihat karakteristik data yang sebenarnya dengan melalui proses-proses yang ada pada sistem data akuisisi. Pada setiap tahapan proses dapat dilihat simulasi dari hasil yang ada. Perangkat lunak yang dibuat dalam tugas akhir ini dapat digunakan untuk pengukuran propagasi Ka-Band untuk sistem komunikasi satelit dan teresterial.

Surabaya, 9 April 1998

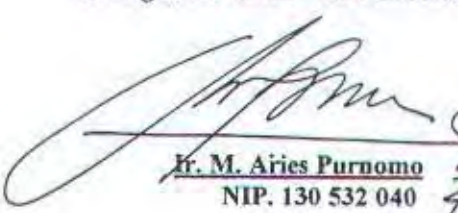
Dosen Pembimbing,


Ir. Hang Suharto, M.Sc
NIP. 130 520 753

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Ir. Teguh Yuwono
NIP. 130 604 244

Menyetujui,
Koordinator
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi


Ir. M. Aries Purnomo
NIP. 130 532 040

13
7 98

USULAN TUGAS AKHIR

- A. Judul Tugas Akhir** : **Data Akuisisi Untuk Pengukuran Propagasi Ka-Band**
- B. Ruang Lingkup** :
- Sistem Komunikasi
 - Transmisi Gelombang Elektromagnetik
 - Pengolahan Sinyal Digital
- C. Latar Belakang** :
- Pada suatu proses pengukuran, kemampuan pengambilan data menuntut suatu keakuratan, kecepatan dan kapasitas pengambilan data yang besar. Keinginan ini dapat dicapai dengan memadukan teknologi komputer dalam hal pengukuran, pengolahan dan analisa data yang diperoleh. Sistem data akuisisi yang ada sekarang ini dapat memberikan hasil pengukuran data pada suatu sistem secara cepat dan tepat. Pada propagasi Ka-Band parameter-parameter propagasi yang didapat dari pengambilan data yang dilakukan di lapangan memerlukan suatu pengolahan dan analisa, hal ini disebabkan perlunya untuk melihat hasil data yang sebenarnya atau validitas data yang bersangkutan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan teknik data akuisisi yang memberikan keakuratan dan ketepatan dalam mengolah dan menganalisa data. Dengan bantuan perangkat lunak yang digunakan untuk data akuisisi pada pengukuran propagasi Ka-Band diharapkan proses-proses tersebut akan lebih cepat diperoleh dan lebih mudah.
- D. Penelaahan Studi** :
- Mempelajari Teknik Data Akuisisi secara umum dan penerapannya pada proses pengukuran propagasi Ka-Band
 - Mempelajari Teknik-teknik pengukuran dan pengambilan data khususnya pada propagasi Ka-Band
 - Mempelajari propagasi Ka-Band secara umum
 - Mempelajari Parameter-parameter yang ada pada proses pengukuran propagasi Ka-Band

- Membuat perangkat lunak yang digunakan untuk data akuisisi hasil pengukuran propagasi Ka-Band

E. Tujuan

: Membuat perangkat lunak yang dapat digunakan untuk proses data akuisisi dari parameter-parameter hasil pengukuran data propagasi Ka-Band yang didapat dilapangan.

F. Relevansi

: Dalam tugas akhir ini diharapkan perangkat lunak yang dibuat dapat digunakan untuk mengolah dan menganalisa hasil pengukuran data dilapangan sehingga validitas data sesungguhnya dapat diketahui dan dapat dipakai dalam perencanaan komunikasi Ka-Band di Indonesia.

G. Rencana Kegiatan

:

Kegiatan	Bulan					
	I	II	III	IV	V	VI
Studi Literatur						
Pengumpulan Data						
Pembuatan Perangkat Lunak						
Validitas Perangkat Lunak						
Penulisan Laporan						

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kota Tegal, Jawa Tengah pada tanggal 08 Oktober 1976 dengan nama lengkap : Edi Nursuhanto, dari pasangan orang tua Wajud dan Saryu. Penulis beragama Islam dan beralamat di Jl. Semboja No.110 RT 05 RW 01 Kabunan, Dukuhwaru, Tegal. Penulis adalah anak kelima dari sembilan orang bersaudara.

Riwayat Pendidikan Penulis :

- 1.SDN 02 Kabunan, lulus tahun 1988
- 2.SMPN 01 Slawi, Tegal, lulus tahun 1991
- 3.SMAN 01 Slawi, Tegal, lulus tahun 1994.

Sejak tahun 1994 penulis diterima menjadi Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro ITS melalui jalur UMPTN, dengan nomor pokok 294 220 2371. Saat ini penulis sedang menyelesaikan Tugas Akhir pada Bidang Studi Teknik Telekomunikasi.

Pengalaman Kemahasiswaan :

- Asisten Praktikum Dasar Sistem Komunikasi 1997/1998
- Asisten Praktikum Sistem Komunikasi I dan II 1998/1999.